

CARLOS MOREIRA MIQUELINO ELETO TORRES

**ANÁLISES TÉCNICA E ECONÔMICA DA GERAÇÃO DE
CRÉDITOS DE CARBONO EM PROJETOS FLORESTAIS NA
REGIÃO DE VIÇOSA, MG**

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
2011**

CARLOS MOREIRA MIQUELINO ELETO TORRES

**ANÁLISES TÉCNICA E ECONÔMICA DA GERAÇÃO DE
CRÉDITOS DE CARBONO EM PROJETOS FLORESTAIS NA
REGIÃO DE VIÇOSA, MG**

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: 14 de julho de 2011.

**Prof. Carlos Pedro Boechat Soares
(Coorientador)**

**Prof. Sílvio Nolasco de Oliveira Neto
(Coorientador)**

Prof. Agostinho Lopes de Souza

Dra. Aurea Maria Brandi Nardelli

**Prof. Laércio Antônio Gonçalves Jacovine
(Orientador)**

*“Prometo pela minha honra
fazer o melhor possível para:
Cumprir meus deveres
para com Deus e a minha Pátria,
ajudar o próximo em toda e qualquer ocasião e
obedecer à Lei Escoteira”*
Promessa Escoteira

*"O Futuro tem muitos nomes:
para o fraco, é o inalcançável;
para o medroso, o desconhecido;
para o valente, a OPORTUNIDADE."*
Victor Hugo

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Departamento de Engenharia Florestal (DEF), por todo apoio e pelo treinamento proporcionado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da bolsa de estudos e financiamento do projeto e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo financiamento da implantação das unidades demonstrativas e experimentais.

Ao Professor Dr. Laércio Antônio Gonçalves Jacovine, que foi muito mais que um orientador, foi um amigo que sempre estava a disposição para sanar as dúvidas e dar conselhos.

Aos coorientadores Professores Drs. Carlos Pedro Boechat Soares e Sílvio Nolasco de Oliveira Neto, pela amizade, pelo incentivo, pelas sugestões.

Ao Professor Dr. Agostinho Lopes de Souza e à Dra. Áurea Maria Brandi Nardelli, pela disponibilidade de participarem da banca examinadora.

Ao Parque Tecnológico de Viçosa pela concessão das áreas de Estudos.

Ao Laboratório de Painéis e Energia da Madeira .

Ao Diego de Paula Toledo, Marco Antônio Amaro, Ricardo de Oliveira Gaspar e Sabina Cerruto Ribeiro por toda ajuda.

Ao Evandro Barcellos Paixão pela ajuda em todos os momentos na realização do estudo no Parque Tecnológico de Viçosa.

Aos bolsistas de Iniciação Científica: Bruno Schettini, Fernando Castro, Mateus Castro, Raul Duarte, Rogério Campos e Samuel José, pela ajuda na coleta de dados e na confecção do estudo.

Ao Gustavo Marcatti e Renato Castro pela ajuda nas estatísticas.

Ao Grupo de Estudos em Economia Ambiental (GEEA), pelos conselhos, críticas e apoio em minha vida acadêmica.

Aos funcionários do DEF, pela amizade e pelo atendimento sempre gentil, especialmente ao Alexandre, Chiquinho, Neuza, Ritinha e Tiãozinho.

Aos meus pais, Carlos Magno Torres, Marina Cecília Eleto Torres, que são tudo na minha vida, por todo amor, carinho e segurança a mim oferecido.

Aos meus irmãos, Camila Eleto Torres, Caio Moreira Miquelino Eleto Torres, Matheus Calixto Torres Moreira e Mauricio Torres Moreira, por estarem ao meu lado em todos os momentos e dividirem as vitórias e derrotas comigo.

Aos meus avôs Carlos e Totonho, as minhas avós Conceição e Cotinha, aos meus tios e tias, primas e primos.

À Fabiane Ballotin, minha namorada, por todo amor, companheirismo e por estar presente em minha vida.

Aos meus irmãos escoteiros, principalmente aos do Baleia e de Viçosa.

Aos meus amigos de Belo Horizonte, Alexandre Cenízio, André Gustavo, Bruno Moura, Cláudio Luiz, Luiz Fernando, Paolo Sciavicco e Pedro Parreira.

Aos meus amigos da Engenharia Florestal e de Viçosa, principalmente ao Aylson Costa, André Tibúrcio, Bárbara Corradi, Daniel Brianezi, Erlon Valdetaro, Juliana Reis, Lívia Figueiredo e Vanessa Basso.

A minha família do Complexo Furmiguero: Diego Correa, Diogo Lyra, Eduardo Moreira, Carlos Eduardo, Pedro Lyra, Guilherme Lana, Humberto Quiossa, Celso Dotta, Edson Andrade, José Júnior, Gabriel Vaz, Gabriel Barbosa, Ilan Mateus, Frederico Sander, André Gratão, Renan Poswar, Rafael Campagnaro, Juliano Augusto, Alexandre Vilela, Bruno Junqueira, Isaias Di Mambro, Henrique Colares, Antônio Magno, José Humberto e André Melo.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Carlos Moreira Miquelino Eleto Torres, filho de Carlos Magno Torres e de Marina Cecília Eleto Torres, nasceu em Belo Horizonte - MG, em 06 de junho de 1987.

Em 2004, concluiu o ensino médio no Colégio Bernoulli, em Belo Horizonte, Minas Gerais.

Em 2005, ingressou no curso de Engenharia Florestal, na Universidade Federal de Viçosa, sendo o mesmo concluído em julho de 2009.

Em agosto de 2009, iniciou o mestrado no Programa de Pós-Graduação do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, defendendo a dissertação em julho de 2011.

SUMÁRIO

RESUMO	ix
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. OBJETIVO GERAL	3
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	4
CAPÍTULO 1 - ANÁLISE FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLÓGICA DE UMA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL, NO PARQUE TECNOLÓGICO DE VIÇOSA, MG	5
1. Introdução	5
2. Objetivo	7
3. Materiais e Métodos	8
3.1. Caracterização da área de estudo.	8
3.2. Coleta de Dados	9
3.3. Caracterização dendométrica	10
3.3.1. Diâmetro quadrático e Altura média	10
3.3.2. Área Basal	11
3.4. Análise florística	11
3.4.1. Diversidade	11
a) Índice de diversidade de Shannon-Weaver (H')	11
b) Equabilidade de Pielou (J)	12
c) Coeficiente de Mistura de Jentsch (QM)	12
3.5. Análise fitossociológica	12
3.5.1. Estrutura Horizontal	13
a) Densidades absoluta e relativa	13
b) Dominância absoluta e relativa	13
c) Frequência absoluta e relativa	13
d) Índice de Valor de Importância (IVI)	14
e) Índice de valor de Importância Volumétrico (VIV)	14

3.5.2. Estrutura vertical	15
a) Valor fitossociológico	15
b) Posição sociológica de cada espécie.....	15
3.6. Estrutura Paramétrica.....	16
4. Resultados e Discussão	17
4.1. Caracterização dendométrica.....	17
4.2. Composição florística	18
4.2. Diversidade	23
4.4. Estruturas horizontal e vertical	23
4.5. Posição fitossociológica	31
4.6. Estrutura paramétrica	32
5. Conclusões	48
6. Referências Bibliográficas	49
CAPÍTULO 2 - QUANTIFICAÇÃO DE BIOMASSA E ESTOCAGEM DE CARBONO EM UMA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL, NO PARQUE TECNOLÓGICO DE VIÇOSA, MG	53
1. Introdução.....	53
2. Objetivo.....	55
3. Materiais e Métodos.....	56
3.1. Quantificação da Biomassa	56
3.2. Metodologia para determinação da biomassa.....	56
3.3. Quantificação da biomassa da serapilheira.....	59
3.4. Teor de carbono total	60
3.5. Metodologia estabelecida pelo IPCC para determinação da biomassa ..	61
3.6. Quantificação da biomassa do sub-bosque e da serapilheira	62
3.7. Estimativa do carbono estocado na biomassa	62
3.8. Diferença entre as metodologias.....	62
4. Resultados e Discussão	64
4.1. Estoque de Biomassa	64
4.2. Estoque de Carbono	71
4.3. Biomassa do sub-bosque e da serapilheira.....	74
5. Conclusão.....	78
6. Referências Bibliográficas	79
CAPÍTULO 3 - AVALIAÇÃO DA SOBREVIVÊNCIA E DO CRESCIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES FLORESTAIS PLANTADAS NO PARQUE TECNOLÓGICO DE VIÇOSA, MG, COMO SUBSÍDIO PARA PROJETOS DE CARBONO FLORESTAL.....	83
1. Introdução.....	83
2. Objetivo.....	85
3. Materiais e Métodos.....	86

4. Resultados e Discussão	90
5. Conclusões	96
6. Referências Bibliográficas	97
CAPÍTULO 4 - ANÁLISE ECONÔMICA DAS ÁREAS FLORESTAIS DO PARQUE TECNOLÓGICO DE VIÇOSA COM ENFOQUE NA GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE CARBONO.	
1. Introdução.....	100
2. Objetivo.....	102
3. Materiais e Métodos.....	103
3.1. Descrição da área de estudo.....	103
3.2. Estimativa de carbono e contabilização dos créditos de carbono	103
3.3. Avaliação da Viabilidade Econômica do Projeto	110
3.4. Fluxo de caixa e taxa de desconto	111
3.5. Custos	112
3.6. Receita	113
3.7. Viabilidade econômica.....	113
4. Resultados e Discussão	115
4.1. Fluxo de Caixa	115
4.1.1. Cenário de venda dos créditos de carbono por meio do REDD	115
4.1.2. Restauração florestal.....	116
4.1.3. Sistema Silvipastoril com espécies nativas	117
4.1.4. Sistema Silvipastoril com Eucalipto.....	118
4.1.5. Sistema Silvipastoril com cedro australiano	120
4.2. Análise Econômica	121
5. Conclusões	124
6. Referências Bibliográficas	125
CONCLUSÕES GERAIS	127

RESUMO

TORRES, Carlos Moreira Miquelino Eleto, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Julho de 2011. **Análises técnica e econômica da geração de créditos de carbono em projetos florestais na região de Viçosa, MG.** Orientador: Laércio Antônio Gonçalves Jacovine. Coorientadores: Carlos Pedro Boechat Soares e Sílvio Nolasco de Oliveira Neto.

O objetivo geral do trabalho foi fazer análises técnica e econômica da geração de créditos de carbono em projetos florestais na região de Viçosa, MG. O estudo foi desenvolvido no Parque Tecnológico de Viçosa, que tem em sua área um Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Montana, com 44,11 ha, plantios florestais de restauração florestal e Sistemas Silvopastoris com eucalipto, cedro australiano e espécies nativas (*Anadenanthera peregrina*, *Piptadenia gonoacantha*, *Apuleia leiocarpa*, *Plathymenia foliolosa*, *Copaifera langsdorffii*, *Hymenaea courbaril*). O trabalho foi dividido em quatro capítulos. No primeiro capítulo, analisou-se a estrutura florística e fitossociológica da floresta nativa existente na área de estudo. Para essas avaliações, foram lançadas 22 parcelas com 500 m² (10 x 50m), em que todos os indivíduos com DAP ≥ 5 cm tiveram sua circunferência na altura do peito (1,30 m) e sua altura total mensuradas. A composição florística constou de 40 famílias, 95 gêneros e 135 espécies. O índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') para a área estudada foi de 3,94. As espécies que se destacaram no índice de valor de importância volumétrica foram *Piptadenia gonoacantha*, *Mabea fistulifera*, *Anadenanthera peregrina*, *Apuleia leiocarpa*, *Siparuna guianensis*, *Eucalyptus* sp., *Matayba elaeagnoides*, *Bathysa nicholsonii*, *Annona* sp., contribuindo com 39,36% para este índice. No segundo capítulo, foram quantificadas a biomassa e a estocagem de carbono nessa mesma área. Para isso, foram utilizadas duas metodologias distintas, uma com equações regionais e outra sugerida

pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças do Clima (IPCC). A biomassa média para as espécies com $DAP \geq 5$ cm foi de 98,46 t ha⁻¹, utilizando equações regionais e 89,41 t ha⁻¹, com a sugerida pelo IPCC. Essa metodologia subestima em 9,11% a biomassa, em relação às equações regionais. A estocagem média de carbono foi de 46,76 e de 42,03 para a metodologia, utilizando equações regionais e pelo IPCC, respectivamente. A metodologia do IPCC subestima em 10,04% o carbono em relação às equações regionais. A biomassa média do sub-bosque, indivíduos vivos com $DAP < 5$ cm, foi de 6,96 e 5,10 t ha⁻¹, e a estocagem de carbono foi de 3,73 e 2,40 t ha⁻¹ para a metodologia utilizando equações regionais e pelo IPCC, respectivamente. A biomassa média para a serapilheira foi de 11,57 e 11,54 t ha⁻¹, para a metodologia utilizando equações regionais e para a do IPCC, respectivamente. A estocagem média de carbono foi de 5,82 e 4,27 t ha⁻¹, utilizando equações regionais e para a do IPCC. A metodologia do IPCC tem como característica subestimar a biomassa e o carbono em relação às equações regionais. No terceiro capítulo, foram avaliados a sobrevivência e o crescimento inicial das espécies plantadas em uma área no Parque Tecnológico de Viçosa. O plantio foi realizado utilizando um Delineamento em Blocos Casualizados (DBC), em que foram estabelecidos quatro blocos. Em cada bloco, foram aplicados quatro diferentes espaçamentos (2x2m, 3x3m, 3x4m, e 3x5m), sendo que as espécies plantadas pertencem a diferentes categorias sucessionais (pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e sem caracterização). Nas parcelas, foram avaliados a sobrevivência, o diâmetro ao nível do solo e a altura total das espécies. A sobrevivência foi de 82,97%, 82,98%, 77,69% e 77,74% para os espaçamentos 2x2, 3x3 3x4 e 3x5, respectivamente, não havendo diferença estatística entre eles pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. O diâmetro ao nível do solo médio das espécies foi de 25,48mm, 23,78mm, 24,03mm e 23,66 para os espaçamento 2x2, 3x3 3x4 e 3x5, respectivamente, não existindo diferença estatística entre eles. A altura total média para as plantas foi de 120,73 cm, 120,42; 112,83 e 112,99 cm, para os espaçamentos 2x2, 3x3 3x4 e 3x5, respectivamente, não existindo, também, diferença estatística entre eles. As espécies pioneiras e secundárias iniciais foram as que obtiveram maiores valores de diâmetro ao nível do solo e altura total, respectivamente. As espécies *Plathymenia foliolosa* e *Platypodium elegans* se destacaram tanto em relação ao diâmetro ao nível do solo, quanto

na altura. No quarto capítulo, avaliou-se a viabilidade econômica de projetos florestais com a inclusão de créditos de carbono. Para isso, foram analisados separadamente a floresta nativa (REDD), as áreas de restauração florestal e os Sistemas Silvopastoris com eucalipto, com cedro australiano e com espécies nativas. Para cada projeto, foram calculados a estocagem de carbono, os custos e as receitas para um horizonte de planejamento de 30 anos. Os critérios econômicos utilizados foram Valor Presente Líquido (VPL), Valor Anual Equivalente (VAE) e Taxa Interna de Retorno (TIR). Em todos os cenários estudados, a inclusão dos créditos de carbono proporcionou um aumento no VPL, VAE e TIR. Em termos percentuais, os créditos elevaram o VPL e VAE em 10,26%, 13,81%, 12,65%; 6,96% e 5,20%, no REDD, restauração florestal, Sistema Silvopastoril com espécies nativas, eucalipto e cedro australiano, respectivamente. Em relação à TIR, o Sistema Silvopastoril com espécies nativas obteve um aumento de 1,35%, com eucalipto de 3,53% e com cedro australiano de 1,58%. Pode-se concluir pelo trabalho que, em função de a metodologia do IPCC subestimar o carbono estocado nas florestas, é necessário ajustar equações para cada fitofisionomia a fim de obter estimativas mais precisas. Estudos sobre sobrevivência e crescimento das espécies podem servir para diminuir as incertezas relacionadas aos projetos florestais e, com isso, incrementar sua inserção no mercado de carbono. Para que pequenas propriedades sejam inseridas em projetos de créditos de carbono, é necessário que sejam organizadas em cooperativas e/ou associações.

ABSTRACT

TORRES, Carlos Moreira Miquelino Eleto, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2011. **Technical and economic analysis of the carbon credits generation for forestry projects in the region of Viçosa, MG.** Adviser: Laércio Antônio Gonçalves Jacovine. Co-advisors Carlos Pedro Boechat Soares and Sílvio Nolasco de Oliveira Neto.

The overall objective of this study was to perform a technical and economic analysis of the carbon credits generation for forestry projects in the region of Viçosa, Minas Gerais State, Brazil. The study was carried out in Parque Tecnológico de Viçosa (Technology Park of Viçosa) that has a Semideciduous Montane Stational Forest Fragment with 44.11 ha of forest plantations, forest restoration, and Silvopastoral Systems with eucalyptus, Australian cedar and native species (*Anadenanthera peregrina*, *Piptadenia gonoacantha*, *Apuleia leiocarpa*, *Plathymenia foliolosa*, *Copaifera langsdorffii*, *Hymenaea courbaril*). The work was divided into four chapters. The first chapter analyzes the floristic and phytosociological structure of existing native forest in the study area. For these evaluations, we released 22 plots with 500 m² (10 x 50m), in which all individuals with DBD ≥ 5 cm (diameter at breast height) had their circumference at breast height (1.30 m) and their total height measured. The floristic composition consisted of 40 families, 95 genera, and 135 species. Shannon-Weaver (H') diversity index for the study area was 3.94. The species that stood out in value index of volumetric importance were *Piptadenia gonoacantha*, *Mabea fistulifera*, *Anadenanthera peregrina*, *Apuleia leiocarpa*, *Siparuna guianensis*, *Eucalyptus* sp., *Matayba elaeagnoides*, *Bathysa nicholsonii*, *Annona* sp., contributing with 39.36% for this index. The second chapter quantifies the biomass and carbon storage in the same area. For this, we used two different methodologies, one with a regional equations and another

suggested by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). The average biomass for species with $DBH \geq 5$ cm was 98.46 t ha^{-1} , using regional equations and 89.41 t ha^{-1} , as suggested by IPCC. This methodology underestimates in 9.11% the biomass in relation to regional equations. The average carbon storage was 46.76 and 42.03 for the methodology, using regional equations and by IPCC, respectively. The IPCC methodology underestimates in 10.04% the carbon in relation to regional equations. The average biomass of the understory, alive individuals with $DBH < 5$ cm, was 6.96 and 5.10 t ha^{-1} , and carbon storage was 3.73 and 2.40 t ha^{-1} for methodology using regional equations and by IPCC, respectively. The average litter biomass was 11.57 and 11.54 t ha^{-1} , for methodology using regional equations and for IPCC methodology, respectively. The average carbon storage was 5.82 and 4.27 t ha^{-1} , using regional equations and for IPCC equations. The IPCC methodology is characterized by underestimating the biomass and carbon in relation to regional equations. The third chapter evaluates the survival and early growth of species planted in an area in the Technological Park of Viçosa. The planting was carried out using a randomized block design (RBD), in which four blocks were established. In each block, we applied four different spacing (2x2m, 3x3m, 3x4m, and 3x5m), and the planted species belonging to different successional categories (pioneer, early secondary, late secondary, and not characterized). In plots, survival, diameter at ground level, and total height of species were evaluated. The survival rate was 82.97%, 82.98%, 77.69%, for 77.74% for 2x2, 3x3, 3x4, and 3x5 spacing, respectively, with no statistical difference among them by F test at 5% probability. The diameter at the medium soil level of species was 25.48 mm, 23.78 mm, 24.03 mm, for 23.66 for 2x2, 3x3, 3x4, and 3x5 spacing, respectively, with no statistical difference among them. The total average height for plants was 120.73 cm, 120.42, 112.83, for 112.99 cm for 2x2, 3x3, 3x4, and 3x5 spacing, respectively, and there is not also statistical difference among them. The pioneer and initial secondary species were those that had higher values of diameter at ground level and total height, respectively. *Plathymeria foliolosa* and *Platypodium elegansse* species were highlighted in relation to the diameter at ground level and height. The fourth chapter evaluates the economic viability of forestry projects with carbon credits inclusion. For this, we analyzed separately the native forest (REDD - Reduced Emissions from Deforestation and Degradation), areas of forest

restoration, and Silvopastoral Systems with eucalyptus, Australian cedar, and native species. For each project, we calculated the carbon storage, the costs, and revenue for a planning horizon of 30 years. Used economic criteria were Net Present Value (NPV), Equivalent Annual Value (EAV), and Internal Rate of Return (IRR). In all studied scenarios, carbon credits inclusion provided an increase in NPV, IRR and EAV. In percentage terms, credits raised the NPV and EAV at 10.26%, 13.81%, 12.65%, 6.96%, and 5.20% in REDD, forest restoration, silvopastoral system with native species, eucalyptus, and Australian cedar, respectively. Regarding the IRR, the Silvopastoral System with native species obtained an increase of 1.35%, with eucalyptus of 3.53% and Australian cedar of 1.58%. With this work, because the IPCC methodology underestimated the carbon stored in forests, the conclusion is that it is necessary to adjust equations for each vegetation type, in order to obtain more precise estimates. Studies about species survival and growth can serve to reduce uncertainties related to forestry projects and thereby increase their inclusion in the carbon market. Small properties to be inserted in projects for carbon credits must be organized into cooperatives and/or associations.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O aumento dos gases de efeito estufa (GEE), principalmente do dióxido de carbono, que passou de 280 partes por milhão (ppm), em volume, no período que antecede a Revolução Industrial, para cerca de 379 ppm no ano de 2005, tem sido a grande preocupação humana nos últimos tempos (IPCC, 2007).

Esse aumento tem como consequência as mudanças climáticas globais que podem causar vários danos ao planeta e à humanidade, como a elevação do nível do mar e perdas na agricultura. Devido a essas evidências, vem ocorrendo uma série de reuniões internacionais, no intuito de elaborar políticas para minimizar os danos causados pelo aumento dos GEE.

O Protocolo de Quioto, elaborado na 3ª Conferência das Partes da *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC), pode ser considerado a principal medida efetiva tomada até o momento visando à redução da emissão dos GEE. Segundo o Protocolo de Quioto (1997), os países desenvolvidos, denominados países do Anexo I, devem reduzir as emissões de GEE em 5,2% dos níveis observados em 1990, entre 2008 e 2012. Para facilitar o cumprimento deste compromisso, estes países podem utilizar mecanismos de flexibilização, sendo eles a Implementação Conjunta, Comércio de Emissões e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

No momento, o único mecanismo de flexibilização do Protocolo de Quioto que permite a participação dos países em desenvolvimento (não Anexo I), como o Brasil, é o MDL. Na área florestal, o MDL restringe-se às atividades de florestamento e reflorestamento, não contemplando o manejo florestal e a regeneração de florestas (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2008).

No entanto, nas últimas Conferências das Partes (COPs), vem sendo discutida a Redução de Emissões do Desmatamento e Degradação (REDD). REDD é uma forma de pagamento por serviços ambientais em que o valor de armazenamento de carbono pelas florestas ameaçadas por desmatamento e degradação é reconhecido financeiramente (GHAZOUL et al., 2010).

Este mecanismo está voltado particularmente para florestas nativas, existindo fortes indícios de que será incluído na próxima negociação do Protocolo que substituirá o de Quioto, sendo que ele já vem sendo trabalhado em mercados voluntários (Não-Quioto) por empresas e instituições interessadas. Padrões de verificação de créditos gerados por este mecanismo encontram-se aprovados e com aceitação (ABRAF, 2010).

No Brasil, a Mata Atlântica é a floresta com maior risco de extinção, devido à intensa fragmentação desde o período colonial, necessitando de programas de conservação das florestas existentes e recuperação de áreas degradadas com espécies desse bioma.

Estudos sobre a quantificação de biomassa e estocagem de carbono nas florestas existentes e de crescimento e sobrevivência de espécies em projetos de recuperação de áreas e para fins comerciais são de grande importância, pois podem subsidiar projetos de REDD e MDL florestal.

Neste sentido, objetivou-se com este trabalho empreender uma análise técnica e econômica de uma Floresta Estacional Semidecidual e de diferentes tipos de plantios florestais para geração de créditos de carbono.

Para atendimento a estes objetivos, o trabalho foi dividido em capítulos, conforme descrito a seguir.

Capítulo 1: Análise florística e fitossociológica de uma Floresta Estacional Semidecidual, no Parque Tecnológico de Viçosa, MG.

Capítulo 2: Quantificação de biomassa e estocagem de carbono em uma Floresta Estacional Semidecidual, no Parque Tecnológico de Viçosa, MG.

Capítulo 3: Avaliação da sobrevivência e do crescimento inicial de espécies florestais plantadas no Parque Tecnológico de Viçosa, MG, como subsídio para projetos de carbono florestal.

Capítulo 4: Análise econômica das áreas florestais do Parque Tecnológico de Viçosa com enfoque na geração de créditos de carbono.

2. OBJETIVO GERAL

O objetivo geral do trabalho foi fazer análises técnica e econômica da geração de créditos de carbono em projetos florestais na região de Viçosa, MG.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF 2010: ano base 2009**. Brasília: 2010. 104 p.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Manual de Capacitação sobre Mudança do Clima e Projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)** - Brasília: 2008. 206 p.

GHAZOUL, J.; BUTLER, R. A.; MATEO-VEGA, J.; KOH, L. P. REDD: a reckoning of environment and development implications. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 25, n. 7, p. 396 – 402, 2010.

IPCC. **Climate Change 2007: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 p., 2007.

SOS Mata Atlântica, INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica, período de 2000 a 2005**. São Paulo: 2008. Disponível em: <<http://www.sosmatatlantica.org.br>>. acesso em: 30 de junho de 2011.

CAPÍTULO 1

ANÁLISE FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLÓGICA DE UMA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL, NO PARQUE TECNOLÓGICO DE VIÇOSA, MG.

1. Introdução

A Mata atlântica é considerada a quarta *hotspot* do mundo, devido ao seu alto grau de endemismo, apresentando 8.000 espécies vegetais e 567 espécies de vertebrados endêmicos (MYERS et al., 2000). Metzger (2009) e Rodrigues (2009) afirmam que muitas das espécies desse bioma se extinguíram e que outras tantas estão em via de extinção devido à intensa fragmentação.

A fragmentação do habitat é definida como o processo por meio do qual uma grande área é transformada em áreas com menores dimensões, isoladas por uma matriz de uso do solo diferente do original (WILCOVE et al., 1986 *apud* FAHRIG, 2003). A fragmentação da Mata Atlântica iniciou-se no século XVI e acelerou-se, ao longo do tempo, pela fixação do homem na zona costeira, bem como pela expansão da fronteira agrícola. Conseqüentemente, originaram-se fragmentos florestais de diferentes tipos (AGAREZ et al., 2001).

Na região de Viçosa, os fragmentos florestais são geralmente encontrados em locais de difícil acesso à exploração ou dentro de propriedades particulares, os quais, embora pequenos, são importantes por manterem a representação da flora original (SILVA et al., 2003).

Segundo Marangon (2003), estes poucos remanescentes nativos encontrados na região necessitam urgentemente de pesquisas básicas,

iniciando-se por estudos de levantamento florístico e de fitossociologia, a fim de promover a conservação e preservação dos fragmentos florestais.

O conhecimento florístico, juntamente com informações sobre sua estrutura e dinâmica, permite que sejam feitas inferências sobre manejo, estratégias de conservação da biodiversidade e recuperação de outras áreas degradadas (RODRIGUES e GANDOLFI, 1998; SILVA et al. 2004).

As análises fitossociológicas são fundamentais para caracterizar uma determinada comunidade vegetal e fornecer informações sobre características e algumas diferenças entre as espécies que a compõem ou entre comunidades (AMARO, 2010).

O estudo do conhecimento florístico e fitossociológico é de grande importância para o Parque Tecnológico de Viçosa e para a região, fornecendo embasamento técnico-científico sobre o *status* de uma floresta pertencente a um área de Reserva Legal próxima a um centro urbano bem como medidas para sua recuperação e de outras áreas com características ambientais semelhantes.

2. Objetivo

Objetivou-se, com esse capítulo, caracterizar a composição florística e fazer a análise fitossociológica de uma Floresta Estacional Semidecidual Montana, presente no Parque Tecnológico de Viçosa.

3. Materiais e Métodos

3.1. Caracterização da área de estudo.

A área de estudo é um fragmento florestal de 44,11 ha localizado no Parque Tecnológico de Viçosa, com coordenadas geográficas 42° 51' W e 20° 42' S, Viçosa, Minas Gerais.

O clima local, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, tropical de altitude, com verões quentes e chuvosos e invernos frios e secos. A temperatura máxima média e mínima média anual da região é de 26,1°C e 14°C, respectivamente. A precipitação média anual da região é de aproximadamente 1.341,2 mm e a umidade relativa média anual de 80% (OLIVEIRA JÚNIOR, 2005).

O relevo da região é predominantemente forte, ondulado e montanhoso. A topografia local é acidentada com vales estreitos e úmidos. Os solos predominantes nos topos e nas encostas das elevações são os latossolos Vermelho Amarelo Álico e, nos terraços, o Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico (MEIRA NETO, 1997).

Segundo IBGE (1992), a vegetação do município de Viçosa está inserida na região classificada como Floresta Estacional Semidecidual Montana.

O fragmento florestal passou por vários distúrbios ao longo dos anos (Figura 1). Segundo informações locais, além da retirada de madeira feita ao longo dos anos em uma parte da área que atualmente é floresta, já houve pastagens, plantios agrícolas e de eucalipto. Há cerca de 20 anos, o plantio de eucalipto foi abandonado e ocorreu a regeneração da vegetação nativa na área.



Figura 1: Fragmento Florestal no Parque Tecnológico de Viçosa em 1963.

3.2. Coleta de Dados

Para analisar a vegetação da área de estudo, foi conduzido um inventário florestal no qual foi lançada a cada dois hectares uma unidade amostral de 500 m² (10 x 50 m), de formato retangular, totalizando 22 parcelas em toda a área (Figura 2).



Figura 2: Fragmento Florestal no Parque Tecnológico de Viçosa
Fonte: Google Earth (2011)

Todos os indivíduos com DAP (diâmetro a 1,30m do solo) $\geq 5,0$ cm tiveram suas circunferências (CAP) e alturas totais (Ht) mensuradas, tendo sido os indivíduos identificados botanicamente, e quando necessário, houve consultas ao *site* do *Missouri Botanical Garden* (2011). As espécies foram classificadas em famílias de acordo com o sistema do *Angiosperm Phylogeny Group III* (APG III, 2009).

As espécies amostradas foram agrupadas em categorias sucessionais, seguindo critérios adotados por Gandolfi et al. (1995), além de classificações feitas em outros estudos por Paula (2002), Lopes et al. (2002a) Silva (2003), Carvalho et al. (2006), Araujo (2006), Marangon et al. (2007), Martins et al. (2008) Leite e Rodrigues (2008). Os agrupamentos foram os seguintes:

- Pioneiras: espécies que dependem de luz, que não ocorrem no sub-bosque, desenvolvendo-se em clareiras ou nas bordas da floresta;

- Secundárias iniciais: espécies que ocorrem em condições de sombreamento médio ou de luminosidade não muito intensa, ocorrendo em bordas de florestas ou no sub-bosque não densamente sombreado, clareiras pequenas, bordas de clareiras grandes;

- Secundárias tardias: espécies que se desenvolvem no sub-bosque em condições de sombra leve ou densa, podendo permanecer toda a vida ou então crescer até alcançar o dossel ou a condição de emergente;

- Sem caracterização: espécies que, em função da falta de informações, não puderam ser incluídas em nenhuma das categorias anteriores.

3.3. Caracterização dendométrica

Para a caracterização dendométrica do fragmento florestal, foram analisados o diâmetro quadrático, a altura média, a área basal e o número de indivíduos e fustes por parcela.

3.3.1. Diâmetro quadrático e Altura média

O diâmetro médio (equação 1) e a altura total média (equação 2) são estatísticas muito usadas no setor florestal, sendo indicadores de estágios sucessionais para a Mata Atlântica, de acordo com a resolução 392, de julho de 2007.

$$q = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n DAP_i^2}{n}} \quad [1]$$

em que:

q = diâmetro quadrático em cm;

DAP = diâmetro com casca da i-ésima árvore medida a 1,30 m do solo em cm;

e

n = número de indivíduos medidos em cada parcela.

$$\bar{H} = \frac{\sum_{i=1}^n Ht_i}{n} \quad [2]$$

em que:

\bar{H} = altura total média, em m;

Ht_i = altura total da i-ésima árvore, em m; e

n = número de indivíduos medidos em cada parcela.

3.3.2. Área Basal

A área basal é um importante parâmetro da densidade do povoamento, fornecendo o grau de ocupação de determinada área pela madeira (SOARES et al., 2006)

$$AB = \sum_{i=1}^n \frac{\pi * DAP_i^2}{40.000} \quad [3]$$

em que:

AB = área basal em m²; e

DAP = diâmetro com casca da i-ésima árvore medida a 1,30 m do solo em cm.

3.4. Análise florística

Para a análise florística, foram analisadas a composição florística e a diversidade (índice de diversidade, equabilidade e coeficiente de mistura).

3.4.1. Diversidade

Para a análise da diversidade florística, foram utilizados o Índice de diversidade de Shannon-Weaver (H'), Equabilidade de Pielou (J) e Coeficiente de Mistura de Jentsch (QM):

a) Índice de diversidade de Shannon-Weaver (H')

O índice de diversidade de Shannon-Weaver é diretamente proporcional à diversidade florística da população em estudo. Assim, quanto maior o valor H', maior será a diversidade florística (Cientec, 2006), tendo sido calculado pela fórmula a seguir.

$$H' = \frac{\left[N * \ln(N) - \sum_{i=1}^s n_i * \ln(n_i) \right]}{N} \quad [4]$$

em que:

N = número total de indivíduos amostrados;

n_i = número de indivíduos ou fustes amostrados da i-ésima espécie; e

ln = logaritmo neperiano.

b) Equabilidade de Pielou (J)

A equabilidade de Pielou (J) foi calculada, utilizando a fórmula a seguir.

$$J = \frac{H'}{H_{\max}} \quad [5]$$

em que:

$H_{\max} = \ln(S)$;

S = número total de espécies amostradas; e

H' = índice de diversidade de Shannon-Weaver.

O índice de equabilidade tem uma amplitude entre 0 e 1, em que 1 representa a máxima uniformidade, ou seja, todas as espécies são igualmente abundantes.

c) Coeficiente de Mistura de Jentsch (QM)

O coeficiente de Mistura de Jentsch (QM) indica, em média, o número de indivíduos de cada espécie encontrados na floresta (Cientec, 2006), tendo sido calculado utilizando a fórmula a seguir.

$$QM = \frac{S}{N} \quad [6]$$

3.5. Análise fitossociológica

Na análise fitossociológica, foi analisadas as estruturas horizontal, vertical e paramétrica.

3.5.1. Estrutura Horizontal

Os parâmetros fitossociológicos analisados foram frequência, densidade, dominância, Índice de Valor de Importância (IVI) e Índice de Valor de Importância Volumétrico (VIV).

a) Densidades absoluta e relativa

As densidades absoluta e relativa foram calculadas utilizando a fórmula a seguir.

$$DA_i = \frac{n_i}{A}; \quad DR_i = \frac{DA_i}{\sum_{i=1}^S DA_i} * 100; \quad [7]$$

em que:

DA_i = densidade absoluta da i-ésima espécie em número de indivíduos por hectare;

A = área total amostrada em hectare;

DR_i = densidade relativa da i-ésima espécie em porcentagem; e

S = número de espécies amostradas.

b) Dominância absoluta e relativa

As dominâncias absoluta e relativa foram calculadas utilizando as fórmulas a seguir.

$$DoA_i = \frac{\sum_{i=1}^n As_i}{A}; \quad DoR_i = \frac{\sum_{i=1}^n As_i}{\sum_{i=1}^S DoA_i} * 100; \quad [8]$$

em que:

DoA_i = dominância absoluta da i-ésima espécie em $m^2 ha^{-1}$;

As_i = área seccional da i-ésima espécie em m^2 na área amostrada;

A = área amostrada em hectare; e

DoR_i = dominância relativa da i-ésima espécie em porcentagem.

c) Frequência absoluta e relativa

As frequências absoluta e relativa foram calculadas utilizando as fórmulas a seguir:

$$FA_i = \frac{u_i}{u_t} * 100; \quad FR_i = \frac{FA_i}{\sum_{i=1}^S FA_i} * 100; \quad [9]$$

em que:

FA_i = frequência absoluta da i-ésima espécie;

u_i = número de unidades amostrais nas quais foram encontradas a i-ésima espécie;

u_t = número total de unidades amostrais; e

FR_i = frequência relativa da i-ésima espécie em porcentagem.

d) Índice de Valor de Importância (IVI)

O Índice de Valor de Importância (IVI) foi calculado utilizando a fórmula a seguir.

$$IVI(\%) = \frac{DR_i + DoR_i + FR_i}{3} \quad [10]$$

em que:

IVI (%) = índice de valor de importância da i-ésima espécie;

DR_i = densidade relativa da i-ésima espécie em porcentagem;

DoR_i = dominância relativa da i-ésima espécie em porcentagem; e

FR_i = frequência relativa da i-ésima espécie em porcentagem.

e) Índice de valor de Importância Volumétrico (VIV)

O Índice de Valor de Importância Volumétrico (VIV) foi calculado utilizando a fórmula a seguir.

$$VIV(\%) = \frac{DR_i + DoR_i + FR_i + VolR_{cc}}{4} \quad [11]$$

em que:

VIV (%) = índice de valor de importância volumétrico da i-ésima espécie;

DR_i = densidade relativa da i-ésima espécie em porcentagem;

DoR_i = dominância relativa da i-ésima espécie em porcentagem;

FR_i = frequência relativa da i-ésima espécie em porcentagem; e

$VolR_{cc}$ = volume relativo da i-ésima espécie em porcentagem.

3.5.2. Estrutura vertical

Para a análise da estrutura vertical, foi utilizada a posição sociológica da espécie. Para isso, calculou-se inicialmente o valor fitossociológico, segundo descrito em Mariscal Flores (1993).

a) Valor fitossociológico

Para obter o valor fitossociológico, cada indivíduo recebeu a seguinte classificação:

- Estrato inferior: compreende as árvores com altura total (Ht) menor que a altura total média (Hm) menos uma unidade de desvio-padrão (1s) das alturas totais, ou seja, $Ht < (Hm - 1s)$;

- Estrato médio: compreende as árvores com $(Hm - 1s) \leq Ht < (Hm + 1s)$; e

- Estrato superior: compreende as árvores com $Ht \geq (Hm + 1s)$.

Desse modo, o valor fitossociológico foi calculado por:

$$VF_{ij} = \frac{DA_{ij}}{DTA}; \quad VF_{ij}(\%) = \frac{DA_{ij}}{DTA} \cdot 100 \quad [12]$$

em que:

VF_{ij} = valor fitossociológico da i-ésima espécie no j-ésimo estrato;

DA_{ij} = número de indivíduos por hectare da i-ésima espécie no j-ésimo estrato;

e

DTA = densidade total.

b) Posição sociológica de cada espécie

A posição sociológica de cada espécie foi calculada utilizando as fórmulas a seguir.

$$PSA_i = \sum_{j=1}^m DA_{ij} \cdot \left(\frac{DA_j}{DTA} \right); \quad PSR_i = \frac{PSA_i}{\sum_{i=1}^S PSA_i} \cdot 100 \quad [13]$$

em que:

PSA_i = posição sociológica absoluta da i-ésima espécie;

PSR_i = posição sociológica relativa da i-ésima espécie;

DA_{ij} = número de indivíduos por hectare da i-ésima espécie no j-ésimo estrato;
 DA_j = número de árvores por hectare no j-ésimo estrato; e
DTA = densidade total.

3.6. Estrutura Paramétrica

Para analisar estrutura paramétrica, foram estimados os seguintes parâmetros populacionais: área basal por hectare ($m^2 ha^{-1}$), número de fustes por hectare (fustes ha^{-1}) e volume total com casca por hectare ($m^3 ha^{-1}$) por espécie e por classe de DAP.

Para obter o volume do fuste com casca, foi utilizada a equação estimada por Amaro (2010) para Floresta Estacional Semidecidual da Mata Atlântica, no município de Viçosa, que representa a mesma formação florestal do estudo no mesmo município:

$$VF_{cc} = 0,000070 \cdot DAP^{2,204301} \cdot Ht^{0,563185} \quad [14]$$

em que:

VF_{cc} = volume do fuste com casca em m^3 ;

DAP = Diâmetro medido a 1,30 m do solo em cm; e

Ht = Altura total em metros.

4. Resultados e Discussão

4.1. Caracterização dendométrica

Pela resolução CONAMA 392, para uma floresta se enquadrar no estágio secundário médio de regeneração da Mata Atlântica, entre outros requisitos, é necessário que as espécies lenhosas tenham o DAP médio entre 10 e 20 cm, além de terem altura entre 5 e 12 m (Brasil, 2007). Na área de estudo, apenas as parcelas 3, 5, 6 e 9 apresentam o DAP médio abaixo de 10 cm, porém, a altura média foi acima de 5 m. A parcela 20 apresenta o maior DAP médio e sua altura média é superior a 12 m (Tabela 1)

A parcela 10 foi a que obteve a maior área basal, seguida pelas parcelas 14 e 12, respectivamente. Essas parcelas estão localizadas em um região em que não houve uma grande intervenção antrópica, além de estarem localizadas em uma grota, favorecendo o crescimento dos indivíduos.

Tabela 1: DAP médio (q), Altura total média (\bar{H}), Área Basal (AB), número de indivíduos e número de fustes por parcela

Parcela	q (cm)	\bar{H} (m)	AB (m ²)	n° ind.	n° fuste
1	11,17	9,99	1,078	98	110
2	13,45	11,86	0,895	45	63
3	9,98	9,66	0,736	73	94
4	11,50	10,93	0,925	72	89
5	8,28	9,03	0,587	93	109
6	9,76	10,40	0,539	66	72
7	12,02	11,46	1,100	77	97
8	10,70	9,48	0,486	48	54
9	9,23	8,31	0,662	81	99
10	14,33	9,71	1,355	64	84
11	14,60	10,07	0,904	47	54
12	14,61	10,04	1,324	70	79
13	14,08	11,28	0,903	51	58
14	14,23	8,52	1,352	80	85
15	13,80	11,24	1,016	61	68
16	11,73	9,36	0,541	47	50

Continua...

Tabela 1, Cont

Parcela	q (cm)	\bar{H} (m)	AB (m ²)	n° ind.	n° fuste
17	13,63	8,96	0,686	42	47
18	13,03	11,63	1,214	88	91
19	10,82	9,44	0,819	85	89
20	16,18	12,31	0,925	39	45
21	14,66	10,97	0,911	43	54
22	13,51	10,81	1,061	70	74
Média	12,51	10,25	20,019	1440	1665

4.2. Composição florística

Nas 22 parcelas, foram encontrados 1.440 indivíduos, correspondendo a 1.665 fustes. Estes indivíduos são pertencentes a 40 famílias, 95 gêneros e 135 espécies, sendo que 6 indivíduos não foram identificados (Tabela 2).

Estes valores são inferiores ao encontrado por Marangon et al. (2007), em uma Floresta Estacional Semidecidual, no município de Viçosa-MG, que obtiveram 1.400 indivíduos distribuídos em 48 famílias, 109 gêneros e 146 espécies, numa área amostrada de um hectare; e por Amaro (2010), em uma área amostrada de 1,5 ha, que encontrou 2.026 indivíduos, distribuídos em 46 famílias e 201 espécies, para a Mata da Silvicultura em Viçosa-MG, sendo que 29 indivíduos não foram identificados.

As famílias com maior número de espécies foram: Fabaceae (19), Myrtaceae (11), Euphorbiaceae (10), Annonaceae (7), Lauraceae (7), Rubiaceae (6), Bignoniaceae (5), Melastomataceae (4), Moraceae (4), Salicaceae (4), Solanaceae (4), Asteraceae (3), Clusiaceae (3), Meliaceae (3), Rutaceae (3), Sapindaceae (3), Siparunaceae (3), Anacardiaceae (2), Apocynaceae (2), Arecaceae (2), Burseraceae (2), Malvaceae (2), Ochnaceae (2) e Urticaceae (2). As outras famílias presentes no estudo apresentaram apenas uma espécie.

A maioria das famílias mais representativas floristicamente para a área de estudo também foi encontrada por Meira Neto et al. (2002), em uma Floresta Estacional Semidecidual, em Viçosa-MG, compreendendo Fabaceae com 26 espécies (Leguminosae Papilionoideae com 11, Leguminosae Mimosoideae com 10 e Leguminosae Caesalpinioideae com 5); Rubiaceae com 16 espécies; Lauraceae, Euphorbiaceae e Myrtaceae com 9; e Annonaceae, Salicaceae (antiga Flacourtiaceae) e Melastomataceae com 6.

No que se refere ao número de indivíduos e de fustes, destacaram-se as famílias Fabaceae (331, 394), Euphorbiaceae (235, 263), Myrtaceae (143, 171), Annonaceae (78, 82), Siparunaceae (76, 82), Sapindaceae (78, 93), Rubiaceae (73, 103), Moraceae (45, 52), Bignoniaceae (42, 44), que contribuem com 1.101 indivíduos (76,5%) e 1.284 fustes (77,1%) em relação ao total (Tabela 2).

As 11 espécies mais comuns na área contabilizaram 746 indivíduos e representaram 51,81% do total. São elas: *Mabea fistulifera* (164), *Piptadenia gonoacantha* (122), *Myrcia fallax* (90), *Siparuna guianensis* (69), *Matayba elaeagnoides* (67), *Bathysa nicholsonii* (50), *Anadenanthera peregrina* (44), *Apuleia leiocarpa* (44), *Conceveiba cordata* (35), *Xylopia sericea* (31) e *Eucalyptus* sp. (30).

Para a área de estudo, foram encontradas 28 espécies pioneiras, 50 secundárias iniciais, 11 secundárias tardias e 46 espécies sem classificação (Tabela 2). Analisando o número de espécies de cada grupo ecológico, pode-se classificar a floresta como em estágio médio de regeneração da Mata Atlântica.

Tabela 2: Relação de famílias e espécies amostradas e seus respectivos grupos ecológicos no Fragmento Florestal do Parque Tecnológico de Viçosa

Família/Espécie	GE	Ind.	Fustes
Achariaceae <i>Carpotroche brasiliensis</i> (Raddi) Endl.	St	4 4	9 9
Anacardiaceae <i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi <i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	P Si	2 14 16	2 23 25
Annonaceae <i>Annona cacans</i> Warm. <i>Annona</i> sp. <i>Guatteria nigrescens</i> Mart. <i>Guatteria</i> sp. <i>Rollinia</i> sp. <i>Rollinia sylvatica</i> (A. St.-Hil.) Martius <i>Xylopia sericea</i> A. St.-Hil	Si Sc St Sc Sc Si Si	1 27 4 7 5 3 31 78	1 27 4 8 6 3 33 82
Apocynaceae <i>Hymatanthus</i> sp <i>Tabernaemontana fuchsiaefolia</i> A. DC.	Sc P	8 3 11	8 3 11
Aquifoliaceae <i>Ilex</i> cf. <i>cerasifolia</i> Reissek	St	1 1	1 1
Arecaceae <i>Attalea dubia</i> (Mart.) Burret <i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	P Si	2 1 3	2 1 3

Continua...

Tabela 2, Cont.

Família/Espécie	GE	Ind.	Fustes
Asteraceae			
<i>Piptocarpha macropoda</i> (DC.) Baker	P	11	11
<i>Vernonia diffusa</i> Less.	P	21	24
<i>Vernonia</i> sp.	P	1	1
		33	36
Bignoniaceae			
<i>Cybistax antisyphilitica</i> (Mart.) Mart.	Si	3	3
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	Si	18	20
<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K. Schum.	Si	19	19
<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex A. DC.) Standl.	P	1	1
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau	Si	1	1
		42	44
Boraginaceae			
<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	Si	4	4
		4	4
Burseraceae			
<i>Protium</i> sp.	Sc	4	5
<i>Trattinnickia rhoifolia</i> Willd.	Sc	1	1
		5	6
Chrysobalanaceae			
Chrysobalanaceae 1	Sc	8	8
		8	8
Clusiaceae			
<i>Clusia</i> sp.	Sc	3	3
<i>Rheedia gardneriana</i> Planch. & Triana.	St	1	1
<i>Tovomitopsis saldanhae</i> Engl.	St	13	13
		17	17
Combretaceae			
<i>Terminalia</i> cf. <i>argentea</i> Mart.	Sc	2	2
		2	2
Elaeocarpaceae			
<i>Sloanea</i> sp.	Sc	1	1
		1	1
Erythroxylaceae			
<i>Erythroxylum pelleterianum</i> A. St.-Hil.	Si	3	3
		3	3
Euphorbiaceae			
<i>Actinostemon</i> sp.	Sc	6	6
<i>Alchornea glandulosa</i> Endl. & Poeppig	Si	10	10
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	P	1	2
<i>Conceveiba cordata</i> A. Juss.	Sc	35	37
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	P	1	1
<i>Croton</i> sp.	Sc	1	1
<i>Croton urucurana</i> Baill.	P	2	2
<i>Mabea fistulifera</i> Mart	P	164	181
<i>Manihot</i> sp.	Sc	1	1
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	Si	14	22
		235	263
Fabaceae			
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip	Si	10	12
<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	Si	44	52
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	Si	44	46
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Si	3	3
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemao ex Benth.	Si	24	25
<i>Inga cylindrica</i> (Vell.) Mart	Si	5	5
<i>Inga</i> sp.	Sc	1	1
<i>Machaerium aculeatum</i> Raddi	Si	1	1
<i>Machaerium brasiliense</i> Vogel	Si	5	5
<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	P	12	12

Continua...

Tabela 2, Cont.

Família/Espécie	GE	Ind.	Fustes
Fabaceae			
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr.	P	122	159
<i>Platypodium elegans</i> Vogel	Si	21	24
<i>Pseudopiptadenia contorta</i> (DC.) G.P. Lewis & M.P. Lima	Si	11	17
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	P	4	4
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	P	1	2
<i>Sclerolobium</i> sp.	Sc	2	2
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S. Irwin & Barneby	P	14	14
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S. Irwin & Barneby	Si	2	5
<i>Stryphnodendron polyphyllum</i>	Si	5	5
		331	394
Hypericaceae			
<i>Vismia guianensis</i> Mart.	P	7	7
		7	7
Lacistemataceae			
<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Si	20	22
		20	22
Lamiaceae			
<i>Vitex montevidensis</i>	St	2	2
		2	2
Lauraceae			
<i>Nectandra</i> cf. <i>reticulata</i> (Ruiz & Pav.) Mez	St	1	1
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart.	Si	14	14
<i>Nectandra</i> sp.	Sc	1	1
<i>Ocotea odorifera</i> Rohwer	St	5	5
<i>Ocotea</i> sp. 1	Sc	5	6
<i>Ocotea</i> sp. 2	Sc	8	11
<i>Ocotea</i> sp. 3	Sc	4	4
		38	42
Malvaceae			
<i>Luehea grandiflora</i> Mart.	P	17	18
<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. Robyns	Si	1	1
		18	19
Melastomataceae			
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	P	8	8
<i>Miconia</i> sp. 1	Sc	2	2
<i>Miconia</i> sp. 2	Sc	16	16
<i>Tibouchina granulosa</i> (Desr.) Cogn.	P	3	3
		29	29
Meliaceae			
<i>Cabralea cangerana</i> Saldanha	Si	6	8
<i>Trichilia pallida</i> Sw.	Si	2	2
<i>Trichilia</i> sp.	P	1	1
		9	11
Monimiaceae			
<i>Mollinedia</i> sp.	Sc	1	1
		1	1
Moraceae			
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	Si	28	33
<i>Ficus</i> sp.	Sc	1	1
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	Si	12	13
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, Lanj. & Wess. Boer	Si	4	5
		45	52
Myrtaceae			
<i>Campomanesia</i> sp.	Sc	3	3
<i>Eucalyptus</i> sp.	Sc	30	48
<i>Eugenia</i> sp. 1	Sc	2	2
<i>Eugenia</i> sp. 2	Sc	2	2
<i>Eugenia</i> sp. 3	Sc	3	7

Continua...

Tabela 2, Cont.

Família/Espécie	GE	Ind.	Fustes
Myrtaceae			
Myrtaceae 1	Sc	4	4
Myrtaceae 2	Sc	1	1
<i>Myrcia fallax</i> (Rich.) DC.	Si	90	93
<i>Myrcia</i> sp.	Sc	1	1
<i>Myrciaria</i> sp.	Sc	3	4
<i>Psidium guajava</i> L.	P	4	6
		143	171
Nyctaginaceae			
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	Si	10	11
		10	11
Ochnaceae			
<i>Ouratea</i> sp.	Sc	1	1
<i>Uratea</i> sp.	Sc	2	3
		3	4
Phyllanthaceae			
<i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão	Si	1	4
		1	4
Primulaceae			
<i>Rapanea ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	Si	2	2
		2	2
Rosaceae			
<i>Prunus sellowii</i> Koehne	Si	1	1
		1	1
Rubiaceae			
<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	Si	16	18
<i>Bathysa nicholsonii</i> K. Schum.	Si	50	76
<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K. Schum	Si	3	4
<i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schldl.	Si	1	2
Rubiaceae 1	Sc	2	2
<i>Psychotria sessilis</i> Vell.	Si	1	1
		73	103
Rutaceae			
<i>Dictyoloma vandellianum</i> A.H.L. Juss.	P	8	10
<i>Hortia arborea</i> Engl.	St	1	1
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	P	9	9
		18	20
Salicaceae			
<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	Si	7	8
<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.	Si	1	1
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Si	3	3
<i>Casearia ulmifolia</i> Vahl ex Vent.	Si	18	19
		29	31
Sapindaceae			
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Hieron. ex Niederl.	Si	2	2
<i>Allophylus sericeus</i> Radlk.	Si	9	15
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Si	67	76
		78	93
Sapotaceae			
<i>Chrysophyllum flexuosum</i> Mart.	St	2	6
		2	6
Siparunaceae			
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	St	69	74
<i>Siparuna</i> sp. 1	Sc	6	6
<i>Siparuna</i> sp. 2	Sc	1	2
		76	82

Continua...

Tabela 2, Cont.

Família/Espécie	GE	Ind.	Fustes
Solanaceae			
<i>Brunfelsia uniflora</i> (Pohl) D. Don	Sc	1	1
<i>Solanum leucodendron</i> Sendtn.	P	2	2
<i>Solanum swartzianum</i> Roem. & Schult.	P	1	1
<i>Swartzia</i> sp.	Sc	11	11
		15	15
Urticaceae			
<i>Cecropia glaziovii</i> Sneathl.	P	6	6
<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	P	14	15
		20	21
Indeterminada			
Indeterminada 1	Sc	1	1
Indeterminada 2	Sc	1	1
Indeterminada 3	Sc	1	1
Indeterminada 4	Sc	1	1
Indeterminada 5	Sc	1	2
Indeterminada 6	Sc	1	1
		6	7
Total geral		1440	1665

4.2. Diversidade

Para as análises de diversidade, tomou-se por base o número de indivíduos encontrados para cada espécie. Dessa forma, para o fragmento estudado, o índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') foi de 3,94; para a Equabilidade de Pielou (J), foi de 0,803; e o Quociente de Mistura de Jentsch (Q) foi de 1:10,67. Estes valores são semelhantes aos encontrados por diversos autores que realizaram seus estudos na mesma região (Tabela 3).

Tabela 3: Local, índice de diversidade de Shannon-Weaver (H'), Equabilidade de Pielou (J), Quociente de Mistura de Jentsch (Q), para diferente Florestas Estacionais Semidecíduais.

Local	Índices			Autores
	H'	J	Q	
Viçosa - MG	4,31	0,812	1:10,00	Amaro (2010)
Viçosa - MG	3,56	0,737	-	Silva et al. (2004)
Viçosa - MG	3,73	0,780	-	Sevilha et al. (2001)
Viçosa - MG	4,02	0,798	-	Meira Neto e Martins (2000)
Viçosa - MG	3,00	-	-	Vilar (2009)
Porto Firme - MG	3,04	-	-	Vilar (2009)

4.4. Estruturas horizontal e vertical

As dez espécies, em ordem decrescente, com os maiores valores de importância (IVI), contribuindo com 39,36% do IVI foram: *Piptadenia*

gonoacantha, *Mabea fistulifera*, *Myrcia fallax*, *Anadenanthera peregrina*, *Apuleia leiocarpa*, *Siparuna guianensis*, *Eucalyptus* sp., *Matayba elaeagnoides*, *Bathysa nicholsonii*, *Annona* sp. As três primeiras espécies com maior IVI estão também entre as dez espécies mais importantes encontradas por Silva (2002) em um estudo na Mata do Juquinha de Paula, também no município de Viçosa, que são: *Mabea fistulifera*, *Xylopia sericea*, *Piptadenia gonoacantha*, *Xylopia brasiliensis*, *Lacistema pubescens*, *Pseudopiptadenia contorta*, *Myrcia fallax*, *Nectandra rígida*, *Matayba elaeagnoides* e *Ocotea corymbosa*.

Em relação ao valor de importância volumétrica, as espécies que apresentaram os maiores valores foram: *Piptadenia gonoacantha*, *Anadenanthera peregrina*, *Mabea fistulifera*, *Eucalyptus* sp., *Myrcia fallax*, *Apuleia leiocarpa*, *Pseudopiptadenia contorta*, *Platypodium elegans*, *Matayba elaeagnoides*, *Bathysa nicholsonii*, contribuindo com 46,47% do VIV (Tabela 4). Oito espécies são comuns nas listas dos dez maiores valores de IVI e VIV.

Na área de estudo, as espécies que apresentaram maiores densidades absolutas foram: *Mabea fistulifera* (149 árvores ha⁻¹); *Piptadenia gonoacantha* (111 árvores ha⁻¹); *Myrcia fallax* (82 árvores ha⁻¹); *Siparuna guianensis* (63 árvores ha⁻¹); *Matayba elaeagnoides* (61 árvores. ha⁻¹); *Bathysa nicholsonii* (45 árvores ha⁻¹); *Anadenanthera peregrina* (40 árvores. ha⁻¹); *Apuleia leiocarpa* (40 árvores ha⁻¹); e *Conceveiba cordata* (32 árvores ha⁻¹). A área de estudo apresenta aproximadamente 1309 árvores ha⁻¹ (Tabela 4). Amaro (2010) encontrou 1.498 árvores ha⁻¹ na Mata da Silvicultura (UFV), localizada no município de Viçosa MG.

Para a área de estudo, a dominância encontrada foi de 18,198 m² ha⁻¹ (Tabela 4). O parâmetro dominância é a relação da área ocupada pelas espécies dentro da formação. As espécies que apresentaram maiores valores para esse parâmetro foram: *Piptadenia gonoacantha* (2,191 m² ha⁻¹); *Anadenanthera peregrina* (1,256 m² ha⁻¹); *Eucalyptus* sp. (1,018 m² ha⁻¹); *Mabea fistulifera* (1,002 m² ha⁻¹); *Apuleia leiocarpa* (0,817 m² ha⁻¹); *Myrcia fallax* (0,732 m² ha⁻¹); *Platypodium elegans* (0,640 m² ha⁻¹); *Pseudopiptadenia contorta* (0,638 m² ha⁻¹); *Bathysa nicholsonii* (0,468 m² ha⁻¹); e *Casearia ulmifolia* (0,449 m² ha⁻¹). O valor é menor que o encontrado em outros levantamentos realizados na região de Viçosa MG, como o trabalho de Amaro (2010), que encontrou área basal de 27,693 m² ha⁻¹ para a Mata da Silvicultura (UFV), Ribeiro (2007), que verificou em uma área de mata primária área basal

de 33,392 m² ha⁻¹, porém superior a uma vegetação em um estágio inferior chamada de capoeira 12,329 m² ha⁻¹ em um fragmento florestal conhecido como “Mata do Seu Nico”, no município de Viçosa.

As espécies *Piptadenia gonoacantha*, *Anadenanthera peregrina*, *Mabea fistulifera*, *Eucalyptus* sp., *Myrcia fallax*, *Apuleia leiocarpa*, *Pseudopiptadenia contorta*, *Platypodium elegans* representam 49,90% do volume total encontrado na área.

Tabela 4 – Nome científico da espécie; dominância absoluta-DoA ($m^2 \cdot ha^{-1}$) e relativa-DoR (%); densidade absoluta-DA (Fustes ha^{-1}) e relativa-DR (%); frequência absoluta-FA (%) e relativa-FR (%); volume absoluto-VA ($m^3 \cdot ha^{-1}$) e relativo-VR (%); valor de importância-IVI (%); valor de importância volumétrico-VIV (%) e posição sociológica absoluta-PSA e relativa-PSR (%) por ordem decrescente de VIV

Nome Científico da Espécie	Dominância		Densidade		Frequência		Volume		IVI (%)	VIV (%)	Posição Sociológica	
	DoA ($m^2 \cdot ha^{-1}$)	DoR (%)	DA (Fustes ha^{-1})	DR (%)	FA (%)	FR (%)	VA ($m^3 \cdot ha^{-1}$)	VR (%)			PSA (%)	PSR (%)
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	2,191	12,038	110,909	8,472	59,091	2,675	15,220	11,945	7,73	9,84	16,937	23,464
<i>Anadenanthera peregrina</i>	1,256	6,900	40,000	3,056	27,273	1,235	12,202	9,576	3,73	6,65	2,507	3,474
<i>Mabea fistulifera</i>	1,002	5,504	149,091	11,389	63,636	2,881	5,561	4,364	6,59	5,48	20,236	28,035
<i>Eucalyptus</i> sp.	1,018	5,596	27,273	2,083	27,273	1,235	8,475	6,651	2,97	4,81	2,791	3,866
<i>Apuleia leiocarpa</i>	0,817	4,491	40,000	3,056	63,636	2,881	6,018	4,723	3,48	4,10	1,356	1,879
<i>Myrcia fallax</i>	0,732	4,023	81,818	6,250	59,091	2,675	4,742	3,722	4,32	4,02	5,426	7,518
<i>Pseudopiptadenia contorta</i>	0,638	3,503	10,000	0,764	31,818	1,440	6,655	5,223	1,90	3,56	0,317	0,440
<i>Platypodium elegans</i>	0,640	3,516	19,091	1,458	27,273	1,235	4,705	3,692	2,07	2,88	0,354	0,490
<i>Matayba elaeagnoides</i>	0,386	2,123	60,909	4,653	45,455	2,058	2,133	1,674	2,94	2,31	4,089	5,665
<i>Bathysa nicholsonii</i>	0,468	2,573	45,455	3,472	31,818	1,440	2,359	1,851	2,50	2,17	3,912	5,420
<i>Annona</i> sp.	0,400	2,198	24,545	1,875	50,000	2,263	2,826	2,218	2,11	2,17	0,453	0,627
<i>Casearia ulmifolia</i>	0,449	2,467	16,364	1,250	22,727	1,029	3,345	2,625	1,58	2,10	0,312	0,432
<i>Siparuna guianensis</i>	0,276	1,515	62,727	4,792	59,091	2,675	1,229	0,965	2,99	1,98	4,811	6,665
<i>Sparattosperma leucanthum</i>	0,340	1,867	17,273	1,319	45,455	2,058	2,496	1,959	1,75	1,85	0,312	0,432
<i>Attalea dubia</i>	0,431	2,369	1,818	0,139	9,091	0,412	3,088	2,423	0,97	1,70	0,003	0,004
<i>Cecropia hololeuca</i>	0,308	1,695	12,727	0,972	31,818	1,440	2,239	1,757	1,37	1,56	0,210	0,290
<i>Vernonia diffusa</i>	0,273	1,501	19,091	1,458	45,455	2,058	1,766	1,386	1,67	1,53	0,394	0,546
<i>Tapirira guianensis</i>	0,299	1,642	12,727	0,972	31,818	1,440	1,908	1,497	1,35	1,42	0,353	0,490
<i>Xylopia sericea</i>	0,229	1,256	28,182	2,153	45,455	2,058	1,306	1,025	1,82	1,42	0,739	1,023
<i>Hieronyma alchorneoides</i>	0,279	1,534	0,909	0,069	4,545	0,206	2,425	1,903	0,60	1,25	0,065	0,090
<i>Amaioua guianensis</i>	0,222	1,219	14,545	1,111	36,364	1,646	1,416	1,111	1,33	1,22	0,211	0,292
<i>Conceveiba cordata</i>	0,179	0,982	31,818	2,431	31,818	1,440	0,796	0,625	1,62	1,12	0,967	1,340
<i>Brosimum guianense</i>	0,157	0,865	25,455	1,944	31,818	1,440	0,781	0,613	1,42	1,01	0,779	1,079
<i>Inga cylindrica</i>	0,178	0,978	4,545	0,347	18,182	0,823	1,380	1,083	0,72	0,90	0,023	0,032
<i>Ocotea</i> sp. 1	0,177	0,972	4,545	0,347	18,182	0,823	1,361	1,068	0,71	0,89	0,029	0,040
<i>Jacaranda puberula</i>	0,099	0,546	16,364	1,250	50,000	2,263	0,541	0,425	1,35	0,89	0,296	0,411
<i>Luehea grandiflora</i>	0,130	0,716	15,455	1,181	36,364	1,646	0,708	0,556	1,18	0,87	0,215	0,297
<i>Dalbergia nigra</i>	0,126	0,691	21,818	1,667	27,273	1,235	0,687	0,539	1,20	0,87	0,414	0,573
<i>Lacistema pubescens</i>	0,100	0,550	18,182	1,389	45,455	2,058	0,500	0,392	1,33	0,86	0,351	0,487
<i>Machaerium nyctitans</i>	0,172	0,947	10,909	0,833	18,182	0,823	1,069	0,839	0,87	0,85	0,089	0,124

Continua...

Tabela 4, Cont.

Nome Científico da Espécie	Dominância		Densidade		Frequência		Volume		IVI (%)	VIV (%)	Posição Sociológica	
	DoA (m ² ha ⁻¹)	DoR (%)	DA (Fustes ha ⁻¹)	DR (%)	FA (%)	FR (%)	VA (m ³ ha ⁻¹)	VR (%)			PSA (%)	PSR (%)
<i>Maprounea guianensis</i>	0,144	0,793	12,727	0,972	27,273	1,235	0,892	0,700	1,00	0,85	0,297	0,411
<i>Senna macranthera</i>	0,128	0,703	12,727	0,972	27,273	1,235	0,825	0,647	0,97	0,81	0,129	0,178
<i>Cecropia glaziovii</i>	0,119	0,652	5,455	0,417	22,727	1,029	0,929	0,729	0,70	0,71	0,029	0,040
<i>Nectandra oppositifolia</i>	0,099	0,547	12,727	0,972	27,273	1,235	0,627	0,492	0,92	0,70	0,129	0,178
<i>Casearia arborea</i>	0,129	0,711	6,364	0,486	22,727	1,029	0,841	0,660	0,74	0,70	0,042	0,059
<i>Chrysophyllum flexuosum</i>	0,165	0,909	1,818	0,139	4,545	0,206	1,239	0,972	0,42	0,70	0,029	0,040
<i>Swartzia</i> sp.	0,105	0,576	10,000	0,764	27,273	1,235	0,655	0,514	0,86	0,69	0,110	0,152
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	0,115	0,630	8,182	0,625	13,636	0,617	0,781	0,613	0,62	0,62	0,054	0,075
<i>Machaerium brasiliense</i>	0,100	0,547	4,545	0,347	18,182	0,823	0,798	0,627	0,57	0,60	0,017	0,023
<i>Trattinnickia rhoifolia</i>	0,114	0,625	0,909	0,069	4,545	0,206	1,097	0,861	0,30	0,58	0,004	0,006
<i>Schizolobium parahyba</i>	0,104	0,573	0,909	0,069	4,545	0,206	1,063	0,834	0,28	0,56	0,016	0,023
<i>Guatteria</i> sp.	0,069	0,380	6,364	0,486	31,818	1,440	0,433	0,340	0,77	0,55	0,042	0,059
<i>Alchornea glandulosa</i>	0,083	0,455	9,091	0,694	22,727	1,029	0,475	0,373	0,73	0,55	0,067	0,093
<i>Miconia cinnamomifolia</i>	0,106	0,582	7,273	0,556	4,545	0,206	0,809	0,635	0,45	0,54	0,109	0,151
<i>Tovomitopsis saldanhae</i>	0,093	0,510	11,818	0,903	13,636	0,617	0,495	0,388	0,68	0,53	0,111	0,154
<i>Piptocarpha macropoda</i>	0,055	0,301	10,000	0,764	31,818	1,440	0,279	0,219	0,83	0,53	0,155	0,215
<i>Ocotea odorifera</i>	0,084	0,461	4,545	0,347	22,727	1,029	0,533	0,418	0,61	0,52	0,020	0,027
<i>Maclura tinctoria</i>	0,073	0,399	10,909	0,833	22,727	1,029	0,331	0,260	0,75	0,51	0,124	0,171
<i>Hortia arborea</i>	0,094	0,518	0,909	0,069	4,545	0,206	0,947	0,743	0,26	0,50	0,004	0,006
<i>Albizia polycephala</i>	0,086	0,473	9,091	0,694	13,636	0,617	0,462	0,363	0,59	0,48	0,102	0,141
Chrysobalanaceae 1	0,064	0,350	7,273	0,556	22,727	1,029	0,383	0,301	0,64	0,47	0,043	0,060
<i>Sclerolobium</i> sp.	0,089	0,489	1,818	0,139	9,091	0,412	0,757	0,594	0,35	0,47	0,016	0,023
<i>Guapira opposita</i>	0,060	0,330	9,091	0,694	22,727	1,029	0,276	0,216	0,68	0,45	0,116	0,160
<i>Miconia</i> sp. 2	0,069	0,377	14,545	1,111	9,091	0,412	0,334	0,262	0,63	0,45	0,200	0,277
<i>Cabralea cangerana</i>	0,056	0,309	5,455	0,417	27,273	1,235	0,306	0,240	0,65	0,45	0,050	0,069
<i>Hymatanthus</i> sp.	0,050	0,273	7,273	0,556	27,273	1,235	0,256	0,201	0,69	0,44	0,046	0,063
<i>Siparuna</i> sp. 1	0,057	0,311	5,455	0,417	22,727	1,029	0,384	0,301	0,59	0,44	0,024	0,033
<i>Ocotea</i> sp. 2	0,039	0,215	7,273	0,556	31,818	1,440	0,179	0,140	0,74	0,44	0,094	0,131
<i>Dictyoloma vandellianum</i>	0,057	0,311	7,273	0,556	18,182	0,823	0,308	0,241	0,56	0,40	0,078	0,108
<i>Rollinia</i> sp.	0,064	0,351	4,545	0,347	13,636	0,617	0,406	0,319	0,44	0,38	0,024	0,033

Continua...

Tabela 4, Cont.

Nome Científico da Espécie	Dominância		Densidade		Frequência		Volume		IVI (%)	VIV (%)	Posição Sociológica	
	DoA (m ² ha ⁻¹)	DoR (%)	DA (Fustes ha ⁻¹)	DR (%)	FA (%)	FR (%)	VA (m ³ ha ⁻¹)	VR (%)			PSA (%)	PSR (%)
<i>Senna multijuga</i>	0,073	0,400	1,818	0,139	9,091	0,412	0,547	0,430	0,32	0,37	0,102	0,141
<i>Allophylus sericeus</i>	0,068	0,372	8,182	0,625	9,091	0,412	0,319	0,251	0,47	0,36	0,176	0,243
<i>Croton urucurana</i>	0,065	0,356	1,818	0,139	4,545	0,206	0,577	0,453	0,23	0,34	0,005	0,007
<i>Stryphnodendron polyphyllum</i>	0,051	0,281	4,545	0,347	13,636	0,617	0,335	0,263	0,42	0,34	0,017	0,023
<i>Cordia sellowiana</i>	0,041	0,224	3,636	0,278	18,182	0,823	0,279	0,219	0,44	0,33	0,014	0,020
<i>Vismia guianensis</i>	0,029	0,159	6,364	0,486	22,727	1,029	0,128	0,101	0,56	0,33	0,035	0,049
Myrtaceae 1	0,058	0,319	3,636	0,278	9,091	0,412	0,389	0,305	0,34	0,32	0,014	0,020
<i>Casearia gossypiosperma</i>	0,057	0,315	0,909	0,069	4,545	0,206	0,499	0,391	0,20	0,29	0,004	0,006
<i>Sorocea bonplandii</i>	0,044	0,244	3,636	0,278	13,636	0,617	0,265	0,208	0,38	0,29	0,020	0,027
<i>Allophylus edulis</i>	0,056	0,308	1,818	0,139	9,091	0,412	0,372	0,292	0,29	0,29	0,003	0,004
<i>Tibouchina granulosa</i>	0,059	0,324	2,727	0,208	4,545	0,206	0,422	0,331	0,25	0,29	0,017	0,024
<i>Pterogyne nitens</i>	0,040	0,218	3,636	0,278	13,636	0,617	0,234	0,183	0,37	0,28	0,012	0,017
<i>Copaifera langsdorffii</i>	0,037	0,205	2,727	0,208	13,636	0,617	0,227	0,178	0,34	0,26	0,007	0,010
<i>Tabernaemontana fuchsiaefolia</i>	0,034	0,185	2,727	0,208	13,636	0,617	0,214	0,168	0,34	0,25	0,007	0,010
<i>Protium</i> sp.	0,044	0,241	3,636	0,278	9,091	0,412	0,245	0,193	0,31	0,25	0,020	0,027
<i>Actinostemon</i> sp.	0,050	0,275	5,455	0,417	4,545	0,206	0,256	0,201	0,30	0,25	0,027	0,037
<i>Cybistax antisyphilitica</i>	0,043	0,237	2,727	0,208	9,091	0,412	0,240	0,189	0,29	0,24	0,007	0,010
Indeterminada 1	0,052	0,284	0,909	0,069	4,545	0,206	0,352	0,276	0,19	0,23	0,001	0,001
<i>Campomanesia</i> sp.	0,036	0,199	2,727	0,208	9,091	0,412	0,234	0,183	0,27	0,23	0,007	0,010
<i>Urtea</i> sp.	0,047	0,257	1,818	0,139	4,545	0,206	0,303	0,238	0,20	0,22	0,007	0,010
<i>Casearia sylvestris</i>	0,025	0,135	2,727	0,208	13,636	0,617	0,138	0,108	0,32	0,21	0,007	0,010
<i>Guatteria nigrescens</i>	0,011	0,063	3,636	0,278	18,182	0,823	0,044	0,035	0,39	0,21	0,014	0,020
<i>Carpotroche brasiliensis</i>	0,035	0,193	3,636	0,278	9,091	0,412	0,156	0,122	0,29	0,21	0,063	0,088
<i>Eugenia</i> sp. 3	0,035	0,194	1,818	0,139	4,545	0,206	0,269	0,211	0,18	0,20	0,005	0,007
<i>Clusia</i> sp.	0,029	0,161	2,727	0,208	9,091	0,412	0,159	0,125	0,26	0,19	0,007	0,010
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	0,044	0,241	0,909	0,069	4,545	0,206	0,268	0,210	0,17	0,19	0,001	0,001
<i>Rollinia sylvatica</i>	0,017	0,092	2,727	0,208	13,636	0,617	0,087	0,068	0,31	0,19	0,007	0,010
<i>Myrciaria</i> sp.	0,023	0,128	2,727	0,208	9,091	0,412	0,130	0,102	0,25	0,18	0,012	0,017
<i>Coutarea hexandra</i>	0,013	0,074	2,727	0,208	13,636	0,617	0,053	0,041	0,30	0,17	0,032	0,045

Continua...

Tabela 4, Cont.

Nome Científico da Espécie	Dominância		Densidade		Frequência		Volume		IVI (%)	VIV (%)	Posição Sociológica	
	DoA (m ² ha ⁻¹)	DoR (%)	DA (Fustes ha ⁻¹)	DR (%)	FA (%)	FR (%)	VA (m ³ ha ⁻¹)	VR (%)			PSA (%)	PSR (%)
<i>Eugenia</i> sp. 1	0,023	0,128	2,727	0,208	9,091	0,412	0,105	0,083	0,25	0,17	0,038	0,053
<i>Erythroxylum pelleterianum</i>	0,007	0,039	2,727	0,208	13,636	0,617	0,027	0,021	0,29	0,15	0,010	0,014
<i>Ocotea</i> sp. 3	0,013	0,071	3,636	0,278	9,091	0,412	0,054	0,042	0,25	0,15	0,014	0,020
Rubiaceae 1	0,027	0,149	1,818	0,139	4,545	0,206	0,153	0,120	0,16	0,14	0,003	0,004
<i>Psidium guajava</i>	0,025	0,136	3,636	0,278	4,545	0,206	0,090	0,070	0,21	0,14	0,042	0,058
<i>Terminalia</i> cf. <i>argentea</i>	0,023	0,128	1,818	0,139	4,545	0,206	0,140	0,110	0,16	0,13	0,003	0,004
<i>Croton</i> sp.	0,021	0,114	0,909	0,069	4,545	0,206	0,148	0,117	0,13	0,12	0,004	0,006
<i>Eugenia</i> sp. 2	0,011	0,059	1,818	0,139	9,091	0,412	0,053	0,041	0,20	0,12	0,008	0,011
<i>Miconia</i> sp. 1	0,005	0,026	1,818	0,139	9,091	0,412	0,015	0,012	0,19	0,10	0,029	0,040
<i>Rapanea ferruginea</i>	0,004	0,021	1,818	0,139	9,091	0,412	0,013	0,010	0,19	0,10	0,008	0,011
<i>Schinus terebinthifolia</i>	0,004	0,021	1,818	0,139	9,091	0,412	0,012	0,010	0,19	0,10	0,008	0,011
<i>Siparuna</i> sp. 2	0,016	0,086	0,909	0,069	4,545	0,206	0,093	0,073	0,12	0,10	0,003	0,004
<i>Alchornea triplinervia</i>	0,017	0,095	0,909	0,069	4,545	0,206	0,085	0,066	0,12	0,09	0,008	0,011
Indeterminada 5	0,014	0,074	0,909	0,069	4,545	0,206	0,067	0,053	0,12	0,08	0,005	0,007
<i>Solanum leucodendron</i>	0,008	0,047	1,818	0,139	4,545	0,206	0,037	0,029	0,13	0,08	0,003	0,004
<i>Mollinedia</i> sp.	0,009	0,049	0,909	0,069	4,545	0,206	0,049	0,038	0,11	0,07	0,001	0,001
<i>Vitex montevidensis</i>	0,006	0,035	1,818	0,139	4,545	0,206	0,025	0,019	0,13	0,07	0,008	0,011
<i>Croton floribundus</i>	0,008	0,041	0,909	0,069	4,545	0,206	0,046	0,036	0,11	0,07	0,001	0,001
<i>Rheedia gardneriana</i>	0,008	0,044	0,909	0,069	4,545	0,206	0,038	0,030	0,11	0,07	0,001	0,001
<i>Trichilia pallida</i>	0,004	0,022	1,818	0,139	4,545	0,206	0,013	0,011	0,12	0,07	0,029	0,040
<i>Inga</i> sp.	0,006	0,033	0,909	0,069	4,545	0,206	0,036	0,028	0,10	0,07	0,001	0,001
Indeterminada 2	0,005	0,028	0,909	0,069	4,545	0,206	0,029	0,023	0,10	0,06	0,001	0,001
<i>Nectandra</i> cf. <i>reticulata</i>	0,005	0,030	0,909	0,069	4,545	0,206	0,026	0,020	0,10	0,06	0,001	0,001
<i>Sloanea</i> sp.	0,006	0,032	0,909	0,069	4,545	0,206	0,024	0,019	0,10	0,06	0,001	0,001
<i>Myrcia</i> sp.	0,005	0,027	0,909	0,069	4,545	0,206	0,022	0,017	0,10	0,06	0,001	0,001
<i>Brunfelsia uniflora</i>	0,004	0,025	0,909	0,069	4,545	0,206	0,021	0,017	0,10	0,06	0,001	0,001
<i>Zeyheria tuberculosa</i>	0,004	0,021	0,909	0,069	4,545	0,206	0,022	0,017	0,10	0,06	0,001	0,001
<i>Guettarda viburnoides</i>	0,005	0,027	0,909	0,069	4,545	0,206	0,018	0,014	0,10	0,06	0,008	0,011
<i>Machaerium aculeatum</i>	0,004	0,022	0,909	0,069	4,545	0,206	0,017	0,013	0,10	0,06	0,001	0,001

Continua...

Tabela 4, Cont.

Nome Científico da Espécie	Dominância		Densidade		Frequência		Volume		IVI (%)	VIV (%)	Posição Sociológica	
	DoA (m ² ha ⁻¹)	DoR (%)	DA (Fustes ha ⁻¹)	DR (%)	FA (%)	FR (%)	VA (m ³ ha ⁻¹)	VR (%)			PSA (%)	PSR (%)
<i>Ilex cf. cerasifolia</i>	0,004	0,021	0,909	0,069	4,545	0,206	0,016	0,013	0,10	0,06	0,001	0,001
<i>Trichilia</i> sp.	0,004	0,022	0,909	0,069	4,545	0,206	0,015	0,012	0,10	0,06	0,007	0,010
<i>Nectandra</i> sp.	0,003	0,018	0,909	0,069	4,545	0,206	0,014	0,011	0,10	0,05	0,001	0,001
<i>Ficus</i> sp.	0,003	0,018	0,909	0,069	4,545	0,206	0,013	0,010	0,10	0,05	0,001	0,001
<i>Pseudobombax grandiflorum</i>	0,003	0,017	0,909	0,069	4,545	0,206	0,012	0,010	0,10	0,05	0,001	0,001
Myrtaceae 2	0,003	0,018	0,909	0,069	4,545	0,206	0,011	0,009	0,10	0,05	0,007	0,010
<i>Psychotria sessilis</i>	0,003	0,016	0,909	0,069	4,545	0,206	0,010	0,008	0,10	0,05	0,007	0,010
<i>Solanum swartzianum</i>	0,002	0,014	0,909	0,069	4,545	0,206	0,009	0,007	0,10	0,05	0,001	0,001
<i>Ouratea</i> sp.	0,002	0,013	0,909	0,069	4,545	0,206	0,009	0,007	0,10	0,05	0,001	0,001
<i>Manihot</i> sp.	0,002	0,013	0,909	0,069	4,545	0,206	0,008	0,007	0,10	0,05	0,007	0,010
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	0,002	0,012	0,909	0,069	4,545	0,206	0,008	0,007	0,10	0,05	0,001	0,001
<i>Vernonia</i> sp.	0,002	0,012	0,909	0,069	4,545	0,206	0,008	0,006	0,10	0,05	0,007	0,010
Indeterminada 4	0,002	0,012	0,909	0,069	4,545	0,206	0,008	0,006	0,10	0,05	0,001	0,001
<i>Annona cacans</i>	0,002	0,011	0,909	0,069	4,545	0,206	0,008	0,006	0,10	0,05	0,001	0,001
Indeterminada 3	0,002	0,010	0,909	0,069	4,545	0,206	0,007	0,005	0,10	0,05	0,001	0,001
<i>Prunus sellowii</i>	0,002	0,010	0,909	0,069	4,545	0,206	0,006	0,005	0,10	0,05	0,007	0,010
Indeterminada 6	0,002	0,011	0,909	0,069	4,545	0,206	0,005	0,004	0,10	0,05	0,007	0,010
TOTAL	18,199	100,000	1513,636	100,000	2209,09	100,000	127,421	100,000	100,00	100,00	72,181	100,000

4.5. Posição fitossociológica

Entre os 1.665 fustes encontrados na área de estudo, a média das alturas totais foi de 10,2 m com um desvio padrão igual a $\pm 3,94$ m. O estrato vertical médio, que compreende fustes com alturas totais entre 6,24 e 14,11 m, foi o que apresentou o maior número de fustes (1.282), ou seja, 77% do total. Em seguida, tem-se o estrato superior, que contempla fustes com alturas totais maiores ou iguais a 14,11 m, com 246 fustes, 14,77% do total. Por fim, tem-se o estrato vertical inferior, com fustes menores que 6,24m, que apresentou 137 fustes, correspondendo a 8,23% do total (Tabela 5).

Tabela 5 – Número de fustes, intervalo de classe e valor fitossociológico por estrato vertical (Ht = altura total)

Estrato Vertical	Inferior	Médio	Superior	Total
Intervalo de classe de Ht (m)	Ht < 6,24	6,24 \geq Ht < 14,11	Ht \geq 14,11	
Número de fustes	137	1.282	246	1.665
Valor fitossociológico	0,0823	0,7700	0,1477	1,000
Valor fitossociológico (%)	8,23	77,00	14,77	100,00

A área estudada apresentou 135 espécies, sendo que 9 delas estão presentes apenas no estrato inferior, 48 apenas no médio, 8 apenas no superior, 23 estão no inferior e médio, 23 no médio e superior e 24 nos três estratos.

As espécies mais bem distribuídas nos três estratos verticais, ou seja, com melhor posição sociológica relativa (PSR) foram: *Mabea fistulifera* (28,03%), *Piptadenia gonoacantha* (23,46%), *Myrcia fallax* (7,51%), *Siparuna guianensis* (6,67%), *Matayba elaeagnoides* (5,67%), *Bathysa nicholsonii* (5,42%), *Eucalyptus* sp. (3,87%) *Anadenanthera peregrina* (3,47%), *Apuleia leiocarpa* (1,88%), *Conceveiba cordata* (1,34%), *Brosimum guianense* (1,07%), *Xylopia sericea* (1,02%).

Amaro (2010), estudando a PSR na Mata da Sivilcutura em Viçosa, MG, verificou que as espécies mais bem distribuídas nos três estratos verticais foram: *Bathysa nicholsonii*, *Siparuna arianae*, *Aparisthium cordatum*, *Casearia ulmifolia*, *Lacistema pubescens*, *Casearia arborea*, *Siparuna guianensis*, *Apuleia leiocarpa*, *Ocotea odorifera*, *Jacaranda macrantha*, *Mabea fistulifera*, *Prunus sellowii*, *Platypodium elegans*, *Trichilia catigua*, *Myrcia formosiana*, *Tovomitopsis saldanhae*, *Pseudopiptadenia contorta*, *Rollinia sylvatica*, *Miconia* sp. e *Anadenanthera peregrina*.

4.6. Estrutura paramétrica

Para o estudo da estrutura paramétrica do fragmento florestal, as espécies foram divididas em 13 classes diamétricas, com amplitude de 5 cm, variando entre 5 e 70 cm de DAP. A primeira classe foi a que continha maior número de fustes, mas não foi a que obteve o maior volume, ficando com a terceira classe. A classe de 45 a 50 cm de DAP não obteve nenhum fuste e a partir dela houve apenas um fuste por classe (Tabela 6).

Tabela 6– Número de fustes, área basal, densidade, dominância, volume do fuste por classe de DAP

Classe (DAP)	Centro de Classe (DAP)	Fustes	DA (Fustes ha ⁻¹)	DoA (m ² ha ⁻¹)	Vf (m ³ ha ⁻¹)
5 - 10	7,5	1032	938,182	3,781	17,054
10 - 15	12,5	357	324,545	3,707	21,771
15 - 20	17,5	142	129,091	3,029	21,823
20 - 25	22,5	76	69,091	2,69	21,159
25 - 30	27,5	26	23,636	1,385	11,626
30 - 35	32,5	16	14,545	1,213	11,359
35 - 40	37,5	6	5,455	0,621	6,234
40 - 45	42,5	6	5,455	0,747	6,386
45 - 50	47,5	0	0,000	0,000	0,000
50 - 55	52,5	1	0,909	0,181	1,115
55 - 60	57,5	1	0,909	0,240	3,010
60 - 65	62,5	1	0,909	0,298	3,505
65 - 70	67,5	1	0,909	0,307	2,379
Total		1665	1513,636	18,199	127,421
Média		129	116,434	1,400	9,802
Desvio Padrão		290	263,241	1,402	8,226

A distribuição diamétrica apresentou uma distribuição exponencial negativa descrevendo a forma chamada “j-invertido”, esperado para florestas inequiâneas (Figura 2). A curva resultante mostra que houve um decréscimo no número de indivíduos, no sentido das menores para as maiores classes diamétricas. Em função disso, pode-se afirmar que a floresta se encontra em pleno desenvolvimento em direção a estágios mais avançados de sucessão, uma vez que existe um maior número de indivíduos jovens que poderão suceder aqueles que se encontram senis ou em decrepitude (LOPES et al., 2002b).

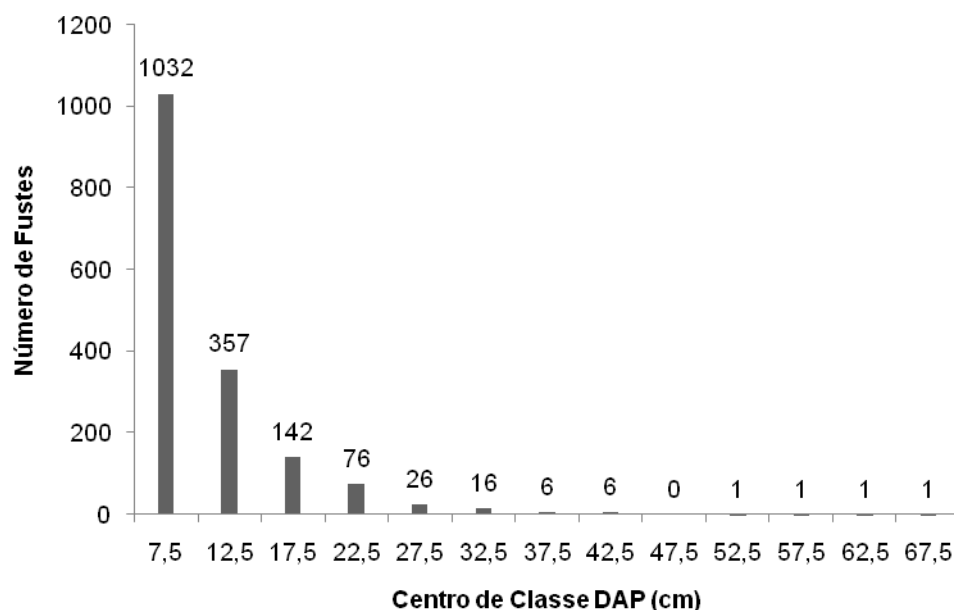


Figura 2 – Número de fustes por classe de DAP, para todas as espécies.

As espécies *Piptadenia gonoacantha*, *Anadenanthera peregrina*, *Eucalyptus* sp., *Apuleia leiocarpa*, *Pseudopiptadenia contorta*, *Platypodium elegans*, *Casearia ulmifolia*, *Sparattosperma leucanthum* foram encontradas em, no mínimo, 6 classes de DAP, representando 23,06% do total de fustes ha^{-1} , 40,38% da área basal por hectare e 45,62% do volume por hectare (Tabela 7).

Entre as 135 espécies encontradas na área de estudo, apenas 19 não foram encontradas na primeira classe diamétrica. Essa classe apresenta 938,182 fustes ha^{-1} , uma área basal de 3,781 $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ e um volume de 24,8783 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ (Tabela 7).

As últimas classes continham apenas um fuste por classe, sendo *Platypodium elegans* encontrada na classe com centro igual a 52,5 cm de DAP, *Anadenanthera peregrina* encontrada na classe com centro igual a 57,5 cm, *Pseudopiptadenia contorta* encontrada na classe com centro igual a 62,5 cm e *Attalea dubia* encontrada na classe com centro igual a 67,5 cm (Tabela 7).

Tabela 7 – Densidade absoluta (DA) (fustes ha⁻¹), dominância absoluta (DoA) (m² ha⁻¹) e volume (Vol.) (m³ ha⁻¹), por espécie e classe de DAP, por ordem decrescente de VIV

Espécie	Variável	Centro de Classe de DAP (cm)											Total	
		7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	52,5	57,5	62,5		67,5
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	DA	49,091	55,455	28,182	8,182	0,909	0,909	0,909	0,909					144,545
	DoA	0,231	0,657	0,656	0,299	0,049	0,068	0,105	0,126					2,191
	Vol.	1,121	4,039	4,685	2,542	0,390	0,636	0,923	0,883					15,220
<i>Anadenanthera peregrina</i>	DA	20,909	10,000	4,545	6,364	0,909	1,818	0,909	0,909		0,909			47,273
	DoA	0,072	0,111	0,118	0,272	0,063	0,149	0,114	0,117		0,240			1,256
	Vol.	0,304	0,717	0,767	2,337	0,651	1,729	1,354	1,333		3,010			12,202
<i>Mabea fistulifera</i>	DA	128,182	31,818	2,727	1,818									164,545
	DoA	0,508	0,370	0,054	0,069									1,002
	Vol.	2,326	2,237	0,392	0,605									5,561
<i>Eucalyptus</i> sp.	DA	15,455	10,000	8,182	3,636	3,636	1,818		0,909					43,636
	DoA	0,073	0,114	0,200	0,141	0,219	0,149		0,121					1,018
	Vol.	0,396	0,760	1,607	1,061	1,953	1,520		1,177					8,475
<i>Apuleia leiocarpa</i>	DA	21,818	8,182	3,636	3,636	1,818	1,818		0,909					41,818
	DoA	0,102	0,104	0,087	0,142	0,093	0,157		0,132					0,817
	Vol.	0,482	0,624	0,694	1,130	0,769	1,447		0,873					6,018
<i>Myrcia fallax</i>	DA	50,909	23,636	8,182	0,909	0,909								84,545
	DoA	0,215	0,261	0,180	0,032	0,045								0,732
	Vol.	1,045	1,581	1,404	0,254	0,458								4,742
<i>Pseudopiptadenia contorta</i>	DA	5,455	3,636	1,818	1,818	0,909			0,909			0,909		15,455
	DoA	0,024	0,036	0,039	0,061	0,054			0,126			0,298		0,638
	Vol.	0,114	0,211	0,292	0,541	0,582			1,410			3,505		6,655
<i>Platypodium elegans</i>	DA	10,000	2,727	3,636	1,818	0,909	0,909	0,909		0,909				21,818
	DoA	0,045	0,030	0,100	0,069	0,048	0,076	0,091		0,181				0,640
	Vol.	0,198	0,169	0,664	0,510	0,344	0,757	0,949		1,115				4,705
<i>Matayba elaeagnoides</i>	DA	59,091	7,273	0,909	1,818									69,091
	DoA	0,218	0,075	0,024	0,069									0,386
	Vol.	1,008	0,445	0,196	0,484									2,133

Continua

Tabela 7, Cont.

Espécie	Variável	Centro de Classe de DAP (cm)											Total		
		7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	52,5	57,5	62,5		67,5	
<i>Bathysa nicholsonii</i>	DA	48,182	19,091	1,818											69,091
	DoA	0,220	0,206	0,042											0,468
	Vol.	0,943	1,100	0,316											2,359
<i>Annona</i> sp.	DA	9,091	8,182	2,727	3,636	0,909									24,545
	DoA	0,042	0,099	0,070	0,141	0,049									0,400
	Vol.	0,197	0,610	0,480	1,118	0,422									2,826
<i>Casearia ulmifolia</i>	DA	6,364	0,909	2,727	5,455	0,909	0,909								17,273
	DoA	0,031	0,012	0,062	0,222	0,052	0,071								0,449
	Vol.	0,152	0,071	0,457	1,674	0,380	0,611								3,345
<i>Siparuna guianensis</i>	DA	64,545	1,818			0,909									67,273
	DoA	0,205	0,026			0,045									0,276
	Vol.	0,790	0,114			0,326									1,229
<i>Sparattosperma leucanthum</i>	DA	9,091	1,818	2,727	1,818	0,909	0,909								17,273
	DoA	0,042	0,019	0,069	0,074	0,055	0,082								0,340
	Vol.	0,223	0,109	0,523	0,497	0,444	0,699								2,496
<i>Attalea dubia</i>	DA								0,909				0,909		1,818
	DoA								0,124				0,307		0,431
	Vol.								0,709				2,379		3,088
<i>Cecropia hololeuca</i>	DA	2,727	2,727	3,636	3,636	0,909									13,636
	DoA	0,014	0,028	0,076	0,141	0,050									0,308
	Vol.	0,072	0,161	0,511	1,106	0,388									2,239
<i>Vernonia diffusa</i>	DA	10,909	4,545	5,455	0,909										21,818
	DoA	0,053	0,056	0,135	0,030										0,273
	Vol.	0,234	0,343	0,969	0,220										1,766
<i>Tapirira guianensis</i>	DA	5,455	11,818	2,727			0,909								20,909
	DoA	0,027	0,145	0,060			0,067								0,299
	Vol.	0,124	0,879	0,493			0,412								1,908

Continua...

Tabela 7, Cont.

Espécie	Variável	Centro de Classe de DAP (cm)											Total	
		7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	52,5	57,5	62,5		67,5
<i>Xylopia sericea</i>	DA	15,455	12,727	1,818										30,000
	DoA	0,057	0,136	0,036										0,229
	Vol.	0,263	0,823	0,220										1,306
<i>Hieronyma alchorneoides</i>	DA				0,909	0,909	0,909	0,909						3,636
	DoA				0,037	0,053	0,086	0,103						0,279
	Vol.				0,288	0,442	0,730	0,965						2,425
<i>Amaioua guianensis</i>	DA	9,091	4,545	1,818			0,909							16,364
	DoA	0,047	0,051	0,039			0,085							0,222
	Vol.	0,225	0,263	0,241			0,686							1,416
<i>Conceveiba cordata</i>	DA	28,182	5,455											33,636
	DoA	0,117	0,061											0,179
	Vol.	0,489	0,307											0,796
<i>Brosimum guianense</i>	DA	25,455	2,727	1,818										30,000
	DoA	0,092	0,024	0,041										0,157
	Vol.	0,417	0,137	0,227										0,781
<i>Inga cylindrica</i>	DA	0,909		0,909	0,909	1,818								4,545
	DoA	0,003		0,026	0,033	0,116								0,178
	Vol.	0,011		0,243	0,245	0,882								1,380
<i>Ocotea sp. 1</i>	DA	1,818	0,909		0,909	1,818								5,455
	DoA	0,009	0,009		0,043	0,116								0,177
	Vol.	0,046	0,051		0,338	0,927								1,361
<i>Jacaranda puberula</i>	DA	15,455	1,818	0,909										18,182
	DoA	0,051	0,021	0,027										0,099
	Vol.	0,205	0,131	0,206										0,541
<i>Luehea grandiflora</i>	DA	9,091	6,364	0,909										16,364
	DoA	0,043	0,069	0,019										0,130
	Vol.	0,178	0,382	0,148										0,708
<i>Dalbergia nigra</i>	DA	21,818			0,909									22,727
	DoA	0,090			0,036									0,126
	Vol.	0,380			0,307									0,687

Continua...

Tabela 7, Cont.

Espécie	Variável	Centro de Classe de DAP (cm)											Total	
		7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	52,5	57,5	62,5		67,5
<i>Lacistema pubescens</i>	DA	16,364	3,636											20,000
	DoA	0,055	0,045											0,100
	Vol.	0,237	0,262											0,500
<i>Machaerium nyctitans</i>	DA	4,545	3,636		2,727									10,909
	DoA	0,016	0,056		0,101									0,172
	Vol.	0,058	0,304		0,706									1,069
<i>Maprounea guianensis</i>	DA	15,455	2,727	0,909	0,909									20,000
	DoA	0,060	0,025	0,025	0,034									0,144
	Vol.	0,292	0,163	0,189	0,248									0,892
<i>Senna macranthera</i>	DA	8,182	2,727	0,909	0,909									12,727
	DoA	0,039	0,030	0,024	0,034									0,128
	Vol.	0,186	0,168	0,188	0,283									0,825
<i>Cecropia glaziovi</i>	DA	1,818	0,909		2,727									5,455
	DoA	0,005	0,009		0,105									0,119
	Vol.	0,023	0,051		0,854									0,929
<i>Nectandra oppositifolia</i>	DA	9,091	2,727		0,909									12,727
	DoA	0,037	0,025		0,038									0,099
	Vol.	0,174	0,140		0,313									0,627
<i>Casearia arborea</i>	DA	3,636	0,909	0,909	1,818									7,273
	DoA	0,020	0,009	0,027	0,074									0,129
	Vol.	0,106	0,046	0,130	0,560									0,841
<i>Chrysophyllum flexuosum</i>	DA		3,636			0,909	0,909							5,455
	DoA		0,048			0,048	0,070							0,165
	Vol.		0,257			0,380	0,603							1,239
<i>Swartzia sp.</i>	DA	7,273	0,909	0,909	0,909									10,000
	DoA	0,039	0,008	0,022	0,036									0,105
	Vol.	0,170	0,043	0,163	0,279									0,655
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	DA	3,636	2,727		1,818									8,182
	DoA	0,019	0,026		0,069									0,115
	Vol.	0,096	0,151		0,533									0,781

Continua...

Tabela 7, Cont.

Espécie	Variável	Centro de Classe de DAP (cm)											Total	
		7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	52,5	57,5	62,5		67,5
<i>Machaerium brasiliense</i>	DA	1,818	0,909	0,909			0,909							4,545
	DoA	0,007	0,008	0,018			0,067							0,100
	Vol.	0,030	0,034	0,122			0,613							0,798
<i>Trattinnickia rhoifolia</i>	DA							0,909						0,909
	DoA							0,114						0,114
	Vol.							1,097						1,097
<i>Schizolobium parahyba</i>	DA			0,909			0,909							1,818
	DoA			0,018			0,086							0,104
	Vol.			0,144			0,919							1,063
<i>Guatteria sp.</i>	DA	4,545	1,818	0,909										7,273
	DoA	0,021	0,022	0,026										0,069
	Vol.	0,100	0,130	0,204										0,433
<i>Alchornea glandulosa</i>	DA	5,455	2,727	0,909										9,091
	DoA	0,021	0,036	0,026										0,083
	Vol.	0,093	0,191	0,191										0,475
<i>Miconia cinnamomifolia</i>	DA	3,636	0,909	1,818	0,909									7,273
	DoA	0,013	0,012	0,044	0,038									0,106
	Vol.	0,066	0,089	0,342	0,313									0,809
<i>Tovomitopsis saldanhae</i>	DA	7,273	3,636	0,909										11,818
	DoA	0,031	0,045	0,017										0,093
	Vol.	0,144	0,258	0,093										0,495
<i>Piptocarpha macropoda</i>	DA	7,273	2,727											10,000
	DoA	0,025	0,030											0,055
	Vol.	0,104	0,174											0,279
<i>Ocotea odorifera</i>	DA	1,818	0,909	0,909	0,909									4,545
	DoA	0,007	0,011	0,022	0,043									0,084
	Vol.	0,029	0,059	0,158	0,288									0,533
<i>Maclura tinctoria</i>	DA	8,182	3,636											11,818
	DoA	0,032	0,041											0,073
	Vol.	0,137	0,193											0,331

Continua...

Tabela 7, Cont.

Espécie	Variável	Centro de Classe de DAP (cm)											Total	
		7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	52,5	57,5	62,5		67,5
<i>Hortia arborea</i>	DA							0,909						0,909
	DoA							0,094						0,094
	Vol.							0,947						0,947
<i>Albizia polycephala</i>	DA	7,273	2,727	0,909										10,909
	DoA	0,035	0,032	0,019										0,086
	Vol.	0,171	0,188	0,103										0,462
Chrysobalanaceae 1	DA	4,545	1,818	0,909										7,273
	DoA	0,021	0,026	0,017										0,064
	Vol.	0,094	0,169	0,120										0,383
<i>Sclerolobium</i> sp.	DA				0,909	0,909								1,818
	DoA				0,031	0,058								0,089
	Vol.				0,288	0,469								0,757
<i>Guapira opposita</i>	DA	6,364	3,636											10,000
	DoA	0,023	0,037											0,060
	Vol.	0,089	0,187											0,276
<i>Miconia</i> sp. 2	DA	12,727	1,818											14,545
	DoA	0,049	0,020											0,069
	Vol.	0,216	0,117											0,334
<i>Cabralea cangerana</i>	DA	5,455		1,818										7,273
	DoA	0,023		0,033										0,056
	Vol.	0,104		0,203										0,306
<i>Hymatanthus</i> sp.	DA	5,455	0,909	0,909										7,273
	DoA	0,023	0,010	0,017										0,050
	Vol.	0,099	0,057	0,100										0,256
<i>Siparuna</i> sp. 1	DA	2,727	1,818	0,909										5,455
	DoA	0,008	0,020	0,028										0,057
	Vol.	0,033	0,113	0,238										0,384
<i>Ocotea</i> sp. 2	DA	10,000												10,000
	DoA	0,039												0,039
	Vol.	0,179												0,179

Continua...

Tabela 7, Cont.

Espécie	Variável	Centro de Classe de DAP (cm)											Total	
		7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	52,5	57,5	62,5		67,5
<i>Dictyoloma vandellianum</i>	DA	6,364	1,818	0,909										9,091
	DoA	0,023	0,017	0,017										0,057
	Vol.	0,107	0,085	0,115										0,308
<i>Rollinia</i> sp.	DA	2,727	0,909	1,818										5,455
	DoA	0,014	0,008	0,042										0,064
	Vol.	0,067	0,044	0,296										0,406
<i>Senna multijuga</i>	DA	0,909	0,909	2,727										4,545
	DoA	0,004	0,011	0,058										0,073
	Vol.	0,024	0,075	0,448										0,547
<i>Allophylus sericeus</i>	DA	12,727	0,909											13,636
	DoA	0,052	0,015											0,068
	Vol.	0,233	0,086											0,319
<i>Croton urucurana</i>	DA	0,909				0,909								1,818
	DoA	0,002				0,063								0,065
	Vol.	0,009				0,567								0,577
<i>Stryphnodendron polyphyllum</i>	DA	2,727	0,909	0,909										4,545
	DoA	0,014	0,011	0,026										0,051
	Vol.	0,062	0,055	0,218										0,335
<i>Cordia sellowiana</i>	DA	1,818	0,909	0,909										3,636
	DoA	0,007	0,008	0,025										0,041
	Vol.	0,027	0,042	0,210										0,279
<i>Vismia guianensis</i>	DA	6,364												6,364
	DoA	0,029												0,029
	Vol.	0,128												0,128
Myrtaceae 1	DA	0,909	1,818		0,909									3,636
	DoA	0,004	0,020		0,033									0,058
	Vol.	0,016	0,107		0,266									0,389
<i>Casearia gossypiosperma</i>	DA					0,909								0,909
	DoA					0,057								0,057
	Vol.					0,499								0,499

Continua..

Tabela 7, Cont.

Espécie	Variável	Centro de Classe de DAP (cm)										Total		
		7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	52,5	57,5		62,5	67,5
<i>Sorocea bonplandii</i>	DA	2,727		1,818										4,545
	DoA	0,008		0,036										0,044
	Vol.	0,036		0,229										0,265
<i>Allophylus edulis</i>	DA			0,909	0,909									1,818
	DoA			0,022	0,034									0,056
	Vol.			0,124	0,249									0,372
<i>Tibouchina granulosa</i>	DA		0,909	1,818										2,727
	DoA		0,011	0,048										0,059
	Vol.		0,068	0,354										0,422
<i>Pterogyne nitens</i>	DA	0,909	2,727											3,636
	DoA	0,004	0,035											0,040
	Vol.	0,021	0,213											0,234
<i>Copaifera langsdorffii</i>	DA	0,909	0,909	0,909										2,727
	DoA	0,005	0,008	0,024										0,037
	Vol.	0,022	0,045	0,160										0,227
<i>Tabernaemontana fuchsiaefolia</i>	DA	0,909	0,909	0,909										2,727
	DoA	0,002	0,008	0,024										0,034
	Vol.	0,007	0,038	0,169										0,214
<i>Protium</i> sp.	DA	1,818	1,818	0,909										4,545
	DoA	0,006	0,018	0,020										0,044
	Vol.	0,024	0,102	0,120										0,245
<i>Actinostemon</i> sp.	DA	3,636	0,909	0,909										5,455
	DoA	0,026	0,007	0,017										0,050
	Vol.	0,113	0,035	0,108										0,256
<i>Cybistax antisyphilitica</i>	DA	1,818			0,909									2,727
	DoA	0,008			0,035									0,043
	Vol.	0,040			0,201									0,240
Indeterminada 1	DA					0,909								0,909
	DoA					0,052								0,052
	Vol.					0,352								0,352

Continua..

Tabela 7, Cont.

Espécie	Variável	Centro de Classe de DAP (cm)											Total	
		7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	52,5	57,5	62,5		67,5
<i>Campomanesia</i> sp.	DA	0,909	0,909	0,909										2,727
	DoA	0,002	0,008	0,026										0,036
	Vol.	0,008	0,034	0,191										0,234
<i>Uratea</i> sp.	DA	0,909		1,818										2,727
	DoA	0,003		0,044										0,047
	Vol.	0,011		0,293										0,303
<i>Casearia sylvestris</i>	DA	1,818		0,909										2,727
	DoA	0,005		0,019										0,025
	Vol.	0,021		0,117										0,138
<i>Guatteria nigrescens</i>	DA	3,636												3,636
	DoA	0,011												0,011
	Vol.	0,044												0,044
<i>Carpotroche brasiliensis</i>	DA	7,273	0,909											8,182
	DoA	0,021	0,014											0,035
	Vol.	0,085	0,071											0,156
<i>Eugenia</i> sp. 3	DA	0,909			0,909									1,818
	DoA	0,003			0,032									0,035
	Vol.	0,013			0,256									0,269
<i>Clusia</i> sp.	DA	1,818		0,909										2,727
	DoA	0,012		0,017										0,029
	Vol.	0,058		0,101										0,159
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	DA				0,909									0,909
	DoA				0,044									0,044
	Vol.				0,268									0,268
<i>Rollinia sylvatica</i>	DA	1,818	0,909											2,727
	DoA	0,008	0,009											0,017
	Vol.	0,034	0,053											0,087
<i>Myrciaria</i> sp.	DA	1,818	1,818											3,636
	DoA	0,005	0,018											0,023
	Vol.	0,023	0,107											0,130

Continua..

Tabela 7, Cont.

Espécie	Variável	Centro de Classe de DAP (cm)										Total		
		7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	52,5	57,5		62,5	67,5
<i>Coutarea hexandra</i>	DA	3,636												3,636
	DoA	0,013												0,013
	Vol.	0,053												0,053
<i>Eugenia</i> sp.1	DA	6,364												6,364
	DoA	0,023												0,023
	Vol.	0,105												0,105
<i>Erythroxylum pelleterianum</i>	DA	2,727												2,727
	DoA	0,007												0,007
	Vol.	0,027												0,027
<i>Ocotea</i> sp. 3	DA	3,636												3,636
	DoA	0,013												0,013
	Vol.	0,054												0,054
Rubiaceae 1	DA		1,818											1,818
	DoA		0,027											0,027
	Vol.		0,153											0,153
<i>Psidium guajava</i>	DA	4,545	0,909											5,455
	DoA	0,017	0,008											0,025
	Vol.	0,064	0,025											0,090
<i>Terminalia</i> cf. <i>argentea</i>	DA		1,818											1,818
	DoA		0,023											0,023
	Vol.		0,140											0,140
<i>Croton</i> sp.	DA			0,909										0,909
	DoA			0,021										0,021
	Vol.			0,148										0,148
<i>Eugenia</i> sp. 2	DA	0,909	0,909											1,818
	DoA	0,002	0,009											0,011
	Vol.	0,006	0,047											0,053
<i>Miconia</i> sp. 1	DA	1,818												1,818
	DoA	0,005												0,005
	Vol.	0,015												0,015

Continua..

Tabela 7, Cont.

Espécie	Variável	Centro de Classe de DAP (cm)											Total	
		7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	52,5	57,5	62,5		67,5
<i>Rapanea ferruginea</i>	DA	1,818												1,818
	DoA	0,004												0,004
	Vol.	0,013												0,013
<i>Schinus terebinthifolia</i>	DA	1,818												1,818
	DoA	0,004												0,004
	Vol.	0,012												0,012
<i>Siparuna</i> sp. 2	DA	0,909	0,909											1,818
	DoA	0,003	0,013											0,016
	Vol.	0,012	0,081											0,093
<i>Alchornea triplinervia</i>	DA	0,909	0,909											1,818
	DoA	0,004	0,013											0,017
	Vol.	0,015	0,070											0,085
Indeterminada 5	DA	0,909	0,909											1,818
	DoA	0,002	0,012											0,014
	Vol.	0,012	0,055											0,067
<i>Solanum leucodendron</i>	DA	1,818												1,818
	DoA	0,008												0,008
	Vol.	0,037												0,037
<i>Mollinedia</i> sp.	DA		0,909											0,909
	DoA		0,009											0,009
	Vol.		0,049											0,049
<i>Vitex montevidensis</i>	DA	1,818												1,818
	DoA	0,006												0,006
	Vol.	0,025												0,025
<i>Croton floribundus</i>	DA		0,909											0,909
	DoA		0,008											0,008
	Vol.		0,046											0,046
<i>Rheedia gardneriana</i>	DA		0,909											0,909
	DoA		0,008											0,008
	Vol.		0,038											0,038

Continua..

Tabela 7, Cont.

Espécie	Variável	Centro de Classe de DAP (cm)											Total		
		7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	52,5	57,5	62,5		67,5	
<i>Trichilia pallida</i>	DA	1,818													1,818
	DoA	0,004													0,004
	Vol.	0,013													0,013
<i>Inga</i> sp.	DA	0,909													0,909
	DoA	0,006													0,006
	Vol.	0,036													0,036
Indeterminada 2	DA	0,909													0,909
	DoA	0,005													0,005
	Vol.	0,029													0,029
<i>Nectandra</i> cf. <i>reticulata</i>	DA	0,909													0,909
	DoA	0,005													0,005
	Vol.	0,026													0,026
<i>Sloanea</i> sp.	DA	0,909													0,909
	DoA	0,006													0,006
	Vol.	0,024													0,024
<i>Myrcia</i> sp.	DA	0,909													0,909
	DoA	0,005													0,005
	Vol.	0,022													0,022
<i>Brunfelsia uniflora</i>	DA	0,909													0,909
	DoA	0,004													0,004
	Vol.	0,021													0,021
<i>Zeyheria tuberculosa</i>	DA	0,909													0,909
	DoA	0,004													0,004
	Vol.	0,022													0,022
<i>Guettarda viburnoides</i>	DA	1,818													1,818
	DoA	0,005													0,005
	Vol.	0,018													0,018
<i>Machaerium aculeatum</i>	DA	0,909													0,909
	DoA	0,004													0,004
	Vol.	0,017													0,017

Continua..

Tabela 7, Cont.

Espécie	Variável	Centro de Classe de DAP (cm)											Total	
		7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	52,5	57,5	62,5		67,5
<i>Ilex cf. cerasifolia</i>	DA	0,909												0,909
	DoA	0,004												0,004
	Vol.	0,016												0,016
<i>Trichilia sp.</i>	DA	0,909												0,909
	DoA	0,004												0,004
	Vol.	0,015												0,015
<i>Nectandra sp.</i>	DA	0,909												0,909
	DoA	0,003												0,003
	Vol.	0,014												0,014
<i>Ficus sp.</i>	DA	0,909												0,909
	DoA	0,003												0,003
	Vol.	0,013												0,013
<i>Pseudobombax grandiflorum</i>	DA	0,909												0,909
	DoA	0,003												0,003
	Vol.	0,012												0,012
Myrtaceae 2	DA	0,909												0,909
	DoA	0,003												0,003
	Vol.	0,011												0,011
<i>Psychotria sessilis</i>	DA	0,909												0,909
	DoA	0,003												0,003
	Vol.	0,010												0,010
<i>Solanum swartzianum</i>	DA	0,909												0,909
	DoA	0,002												0,002
	Vol.	0,009												0,009
<i>Ouratea sp.</i>	DA	0,909												0,909
	DoA	0,002												0,002
	Vol.	0,009												0,009
<i>Manihot sp.</i>	DA	0,909												0,909
	DoA	0,002												0,002
	Vol.	0,008												0,008

Continua..

Tabela 7, Cont.

Espécie	Variável	Centro de Classe de DAP (cm)											Total		
		7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	52,5	57,5	62,5		67,5	
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	DA	0,909													0,909
	DoA	0,002													0,002
	Vol.	0,008													0,008
<i>Vernonia</i> sp.	DA	0,909													0,909
	DoA	0,002													0,002
	Vol.	0,008													0,008
Indeterminada 4	DA	0,909													0,909
	DoA	0,002													0,002
	Vol.	0,008													0,008
<i>Annona cacans</i>	DA	0,909													0,909
	DoA	0,002													0,002
	Vol.	0,008													0,008
Indeterminada 3	DA	0,909													0,909
	DoA	0,002													0,002
	Vol.	0,007													0,007
<i>Prunus sellowii</i>	DA	0,909													0,909
	DoA	0,002													0,002
	Vol.	0,006													0,006
Indeterminada 6	DA	0,909													0,909
	DoA	0,002													0,002
	Vol.	0,005													0,005
Total DA		938,182	324,545	129,091	69,091	23,636	14,545	5,455	5,455	0,909	0,909	0,909	0,909	1513,636	
Total DoA		3,781	3,707	3,029	2,690	1,385	1,213	0,621	0,747	0,181	0,240	0,298	0,307	18,199	
Total Vol.		17,054	21,771	21,823	21,159	11,626	11,359	6,234	6,386	1,115	3,010	3,505	2,379	127,421	

5. Conclusões

O fragmento está em estágio secundário médio de regeneração da Mata Atlântica, em termos de DAP e altura total (Ht).

A diversidade das espécies é semelhante a aquelas encontradas em outros estudos realizados na região.

As espécies com maiores VIV geralmente são aquelas com maiores IVI, alterando apenas o seu posicionamento.

As informações obtidas no estudo podem ser usadas para definições de estratégias para projetos de carbono, pois a floresta tem um potencial para estocagem de carbono.

6. Referências Bibliográficas

AGAREZ, F. V.; VICENS, R. S.; CRUZ, C. B. M.; NOGUEIRA, C. R.; GARAY, I. Utilização de Índice de vegetação na classificação integrada de fragmentos florestais em Mata Atlântica de Tabuleiros no Município de Sooretama, ES. In: X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2001, Foz do Iguaçu. **Anais**. São José dos Campos: INPE, 2001. p.1499-1507. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/lise/2001/09.24.08.56/doc/1499.1507.123.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2011.

AMARO, M. A. **Quantificação do estoque volumétrico, de biomassa e de carbono em uma Floresta Estacional Semidecidual no Município de Viçosa-MG**. 2010. 168 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2010.

APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 161, p. 105-121, 2009.

ARAUJO, F. S.; MARTINS, S. V.; MEIRA NETO, J. A. A.; LANI, J. L.; PIRES, I. E. Estrutura da vegetação arbustivo-arbórea colonizadora de uma área degradada por mineração de caulim, Brás Pires, MG. **Revista Árvore**, v.30, n.1, p. 107-116, 2006.

BRASIL. **Resolução nº 392**, de 25 junho de 2007. Definição de vegetação primária e secundária de regeneração de Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente/Conselho Nacional de Meio Ambiente, 2007.

CARVALHO, F. A.; NASCIMENTO, M. T.; BRAGA, J. M. A. Composição e riqueza florística do componente arbóreo da Floresta Atlântica submontana na região de Imbaú, Município de Silva Jardim, RJ. **Acta Botânica Brasilica**, v.20, n.3, p. 727-740, 2006

CIENTEC. **Mata Nativa 2: Manual do usuário**. Viçosa: Cientec, 2006. 295f.

GANDOLFI, S.; LEITÃO-FILHO, H.F.; BEZERRA, C.L. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma Floresta Mesófila Semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v.55, n.4, p. 753-767, 1995

- IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Manuais técnicos em geociências número 1. Rio de Janeiro: IBGE. 1992. 92p.
- LEITE, E. C.; RODRIGUES, R. R. Fitossociologia e caracterização sucessional de um fragmento de floresta estacional no sudeste do Brasil. **Revista Árvore**, v.32, n.3, p. 583-595, 2008
- LOPES, W. P.; PAULA, A.; SEVILHA, A. C. SILVA, A. F. Composição da flora arbórea de um trecho de floresta estacional no Jardim Botânico da Universidade Federal de Viçosa (face sudoeste), Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v.26, n.3, p.339-347, 2002a.
- LOPES, W. P.; SILVA, A. F.; SOUZA, A. L.; MEIRA NETO, J. A. A. Estrutura fitossociológica de um trecho de vegetação arbórea no Parque Estadual do Rio Doce - Minas Gerais , Brasil. **Acta Bot. Bras**, v.16, n.4, p. 443-456, 2002b.
- MARANGON L. C.; SOARES, J. C.; FELICIANO, A. L. P. Florística arbórea da Mata da Pedreira, município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v.27, n.2, p. 207-215, 2003.
- MARANGON, L. C.; SOARES, J. J.; FELICIANO, A. L. P.; BRANDÃO, C. F. L. S. Estrutura fitossociológica e classificação sucessional do componente arbóreo de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual, no município de Viçosa, Minas Gerais. **Cerne**, v. 13, n. 2, p. 208-221, 2007.
- MARANGON, L. C.; SOARES, J. J.; FELICIANO, A. L. P.; BRANDAO, C. F. L. S. Regeneração natural em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v.32, n.1, p. 183-191, 2008.
- MARISCAL FLORES, E. J. **Potencial produtivo e alternativas de manejo sustentável de um fragmento de Mata Atlântica Secundária, município de Viçosa, Minas Gerais**. 1993. 165 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1993.
- MARTINS, S. V.; GLERIANI, J. M.; AMARAL, C. H.; RIBEIRO, T. M. Caracterização do dossel e do estrato de regeneração natural no sub-bosque e em clareiras de uma Floresta Estacional Semidecidual no município de Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v.32, n.4, p. 759-767, 2008.
- MEIRA NETO, J. A. A. **Estudos florísticos, estruturais e ambientais nos estratos arbóreo e herbáceos-arbustivo de uma floresta estacional semidecidual em Viçosa, MG**. 1997. 154 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Campinas, 1997.
- MEIRA NETO, J. A. A.; MARTINS, F. R. Composição florística de uma floresta estacional semidecidual montana no município de Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v.26, n.4, p. 437-446, 2002.
- METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; DIXO, M., BERNACCI, L. C.; RIBEIRO, M. C.; TEIXEIRA, A. M. G.; PARDINI, R.. Time-lag in the responses to landscape changes in highly dynamic Atlantic forest region (SE Brazil). **Biological Conservation**, v.142, n.6, p. 1166 – 1177. 2009

MISSOURI BOTANICAL GARDEN. Disponível em: <<http://www.tropicos.org>>. 2011. Acesso em: 29 de abril de 2011.

MYERS, N., MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v.403, p.858 – 863, 2000.

OLIVEIRA, L. C.; COUTO, H. T. Z.; SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P. Efeito da exploração de madeira e tratamentos silviculturais na composição florística e diversidade de espécies em uma área de 136 ha na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará. **Scientia Forestalis**, n. 69, p.62-76, 2005.

OLIVEIRA JUNIOR, J. C. **Precipitação efetiva em floresta estacional semidecidual na reserva Mata do Paraíso, Viçosa, Minas Gerais**. 2005. 72 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2005.

PAULA, A.; SILVA, A. F.; SOUZA, A. L.; SANTOS, F. A. M. Alterações florísticas ocorridas num período de quatorze anos na vegetação arbórea de uma Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v.26, n.6, p. 743-749, 2002.

RIBEIRO, S. C. **Quantificação do estoque de biomassa e análise econômica da implementação de projetos visando à geração de créditos de carbono em pastagem, capoeira e floresta primária**. 2007, 128 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. (Eds.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa, MG: UFV, Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, p. 203-215. 1998

SEVILHA, A. C.; PAULA, A.; LOPES, W. P.; SILVA, A. F. Fitossociologia do estrato arbóreo de um trecho de floresta estacional no Jardim Botânico da Universidade Federal de Viçosa (Face Sudoeste). **Revista Árvore**, v.25, n.4, p.431-443, 2001.

SILVA, N. R. S. **Florística e estrutura horizontal de uma Floresta Estacional Semidecidual Montana – Mata do Juquinha de Paula, Viçosa, MG**. 2002, 68p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2002.

SILVA, A. F.; OLIVEIRA, R. V.; SANTOS, N. R. L.; PAULA A. Composição florística e grupos ecológicos das espécies de um trecho de floresta semidecídua submontana da fazenda São Geraldo, Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v. 27, n. 3, p. 311-319, 2003.

SILVA, N. R. S.; MARTINS, S. V.; MEIRA NETO J. A. A.; SOUZA, A. L. Composição florística e estrutura de uma Floresta Estacional Semidecidual Montana em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 28, n. 3, p. 397-405, 2004.

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

VILAR, M. B. **Valoração econômica de serviços ambientais em propriedades rurais**. 2009, 146 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

CAPÍTULO 2

QUANTIFICAÇÃO DE BIOMASSA E ESTOCAGEM DE CARBONO EM UMA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL, NO PARQUE TECNOLÓGICO DE VIÇOSA, MG

1. Introdução

No momento, o único mecanismo de flexibilização do Protocolo de Quioto que permite a participação dos países em desenvolvimento (não Anexo I), como o Brasil, é o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Na área florestal, o MDL restringe-se às atividades de florestamento e reflorestamento, não contemplando o manejo florestal e a regeneração de florestas como atividades no âmbito do MDL (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2008).

No entanto, nas últimas Conferências das Partes (COPs) da UNFCCC vem sendo discutida a Redução de Emissões do Desmatamento e Degradação (REDD). REDD é uma forma de pagamento por serviços ambientais em que o valor de armazenamento de carbono pelas florestas ameaçadas por desmatamento e degradação é reconhecido financeiramente (GHAZOUL et al., 2010).

Este mecanismo está voltado particularmente para florestas nativas e existem indícios de que será incluído na próxima negociação do Protocolo que substituirá o de Quioto. Porém, o mesmo mecanismo já vem sendo trabalhado em mercados voluntários (Não-Quoto) por empresas e instituições interessadas. Padrões de verificação de créditos gerados por este mecanismo estão aprovados e com aceitação (ABRAF, 2010).

A COP 15, realizada em Copenhague, foi um marco importante para este mecanismo, pois foram incluídos a conservação, o manejo florestal e o incremento dos estoques de carbono florestal, passando a ser chamado de REDD+ (CENAMO et al. 2010).

Para os créditos do REDD+ terem credibilidade, foram identificadas quatro principais tarefas técnicas: estimativa da biomassa e de carbono das florestas; gestão de grandes quantidades de dados espaciais; monitoramento do desmatamento e da degradação florestal; e modelagem do desmatamento futuro (HAJEK et al., 2011).

Para se obter a estimativa de biomassa em uma determinada floresta, são necessários um inventário da vegetação em parcelas, a aplicação de equações alométricas apropriadas e, com isso, pode-se fazer uma extrapolação para estimar o estoque de carbono da biomassa (CHAVE et al., 2004; HENRY et al. 2010).

Segundo Vieira et al. (2008) e Ribeiro et al. (2009), apesar da grande importância biológica da Mata Atlântica, poucos estudos foram feitos, com base em medições diretas de biomassa, visando ao desenvolvimento de modelos alométricos, podendo citar os estudos realizados por Tiepolo et al. (2002) e Burger (2005). Isso acontece pelo fato de a Mata Atlântica ser protegida por lei, tornando restrita a estimativa de biomassa por métodos diretos.

Ribeiro et al. (2009) afirmaram que também não há um grande volume de estudos disponíveis na literatura sobre o uso de métodos indiretos para estimativa de biomassa na Mata Atlântica. Entre os estudos de quantificação de biomassa e estocagem de carbono em Florestas Estacionais Semidecíduais presentes na Mata Atlântica, destacam-se aqueles de Ribeiro (2007), Boina (2008) e Amaro (2010), sendo, assim, importante ampliar pesquisas que contemplem este assunto.

2. Objetivo

Objetivou-se, com esse capítulo, quantificar a biomassa e a estocagem de carbono em uma Floresta Estacional Semidecidual Montana, presente no Parque Tecnológico de Viçosa, MG e avaliar as diferenças entre a metodologias de quantificação de biomassa propostas pelo IPCC, utilizando equações regionais.

3. Materiais e Métodos

3.1. Quantificação da Biomassa

Para quantificação da biomassa, foram utilizadas duas metodologias:

- Metodologia I - a vegetação foi dividida em dois níveis de abordagem.

No nível I, foram utilizadas parcelas de 50 x 10 m. Em cada parcela, todos os indivíduos com DAP \geq 5 cm foram identificados. Além disso, utilizou-se o método não-destrutivo, ou indireto, usando equações regionais para quantificar a biomassa. Para o nível II de abordagem, foram estabelecidas subparcelas de 5 m² dispostas no centro de cada uma das parcelas de 50 x 10 m, tendo sido obtida a biomassa para toda a vegetação com DAP < 5 cm, por meio do método direto ou destrutivo.

- Metodologia II - utilizou-se a metodologia sugerida pelo IPCC (2003).

Ao final, foram feitas comparações entre os métodos para observar a compatibilidade entre eles.

3.2. Metodologia para determinação da biomassa

a) Nível I de abordagem

No fragmento florestal, foi feita uma amostragem na vegetação, em que foram lançadas 22 parcelas de 500 m² (50 x 10 m). Em cada parcela, todos os indivíduos com DAP \geq 5 cm foram identificados e tiveram sua altura total (Ht) e seu DAP mensurados.

Para as estimativas de biomassa e carbono do fuste do fragmento florestal foram utilizadas as equações ajustadas por Amaro (2010), para uma Floresta Estacional Semidecidual Montana, no município de Viçosa-MG, apresentadas a seguir:

$$BF_{cc} = 0,024530 \cdot DAP^{2,443356} \cdot Ht^{0,423602} \quad \bar{R}^2 = 95,01\% \quad S_{y,x} = \pm 24,2\% \quad [1]$$

$$CF_{cc} = 0,010045 \cdot DAP^{2,484657} \cdot Ht^{0,426965} \quad \bar{R}^2 = 94,74\% \quad S_{y,x} = \pm 25,1\% \quad [2]$$

A biomassa para os galhos das árvores foi estimada com base no estudo do mesmo autor em que se constatou que a biomassa dos galhos com casca representa 25,96% da biomassa do fuste com casca:

$$BG_{cc} = 0,2596 * BF_{cc} \quad [3]$$

em que:

BG_{cc} = biomassa dos galhos em Kg.

A biomassa estocada nas folhas foi estimada com base em estudos realizados por Drumond (1996), que avaliou duas áreas de Mata Atlântica na região do médio Rio Doce, e constatou que a biomassa das folhas representa 4,45% da biomassa do fuste com casca (BF_{cc}):

$$BFO = 0,0445 * BF_{cc} \quad [4]$$

em que:

BFO = biomassa das folhas em kg.

A biomassa acima do solo foi obtida por meio do somatório da biomassa dos fustes e dos galhos e das folhas.

$$AGB = BF_{cc} + BG_{cc} + BFO \quad [5]$$

Para estimar a biomassa das raízes, considerou-se que ela corresponde a 24% da biomassa do fuste com casca, conforme recomendado por Golley et al. (1978), utilizado para Florestas Estacionais Semidecíduais por Boina, (2008) e Amaro (2010):

$$BR = 0,24 * BF_{cc} \quad [6]$$

em que:

BR = biomassa das raízes em kg.

Para a obtenção do carbono estocado nos galhos, nas raízes e nas folhas, multiplicou-se sua biomassa por 0,4854, valor encontrado por Amaro (2010) em um estudo em uma Floresta Estacional Semidecidual no município de Viçosa-MG.

b) Nível II de abordagem

Para a quantificação de biomassa da vegetação do nível II de abordagem, utilizou-se o método direto ou destrutivo. Primeiramente, foram estabelecidas subparcelas de 5 m² dispostas no centro de cada uma das parcelas para determinação da biomassa da vegetação do nível II de abordagem (Figura 1.1). Dentro dessas subparcelas, toda a vegetação com DAP < 5 cm foi coletada e, posteriormente, pesada (Figura 1.2). Desse material, foram retiradas amostras que, depois de coletadas e pesadas, ainda úmidas, Figura 2.1, foram levadas para o laboratório. Essas amostras foram colocadas em estufa de circulação forçada de ar (Figura 2.2), a uma temperatura de aproximadamente 65°C (Figura 2.3), até a estabilização do peso de matéria seca (Figura 2.4).



Figura 1 – (1.1) Marcação da parcela e coleta do material; (1.2) Pesagem do material na balança ($M_u(c)$ = Massa de matéria úmida total no campo).



Figura 2 – (2.1) Amostras úmidas; (2.2) Amostras levadas para o laboratório e colocadas na estufa. (2.3) Temperatura de secagem das amostras; (2.4)- Determinação da massa de matéria seca das amostras (Ms (a)), em kg.

A determinação da biomassa seca foi obtida por meio do método da proporcionalidade (SOARES et al., 2006). Para isso, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$MS(c) = \frac{Mu(c) * Ms(a)}{Mu(a)} \quad [7]$$

em que:

MS (c) = Massa de matéria seca total no campo em kg;

Ms (a) = Massa de matéria seca das amostras em kg;

Mu (a) = Massa de matéria úmida das amostras em kg; e

Mu (c) = Massa de matéria úmida total no campo em kg.

Os cálculos foram efetuados utilizando a média dos valores encontrados da massa de matéria úmida no campo e a massa de matéria úmida e da massa matéria seca das amostras. Posteriormente, os valores encontrados foram extrapolados para toneladas por hectare.

3.3. Quantificação da biomassa da serapilheira

A biomassa da serapilheira foi quantificada por meio da coleta do material na superfície do solo, em dois pontos definidos próximo ao centro das

parcelas, a 12,5 m de comprimento e 5 m de largura da borda das parcelas. Na coleta, utilizou-se um gabarito de área interna de 1 m² (Figuras 3.1 e 3.2).

A serapilheira coletada foi separada de acordo com a sua classe diamétrica (Figura 3.3): (S1) Material com diâmetro $\leq 0,70$ cm; (S2) Material com diâmetro entre 0,71 e 2,50 cm; (S3) Material com diâmetro entre 2,51 e 7,60 cm.

Dessa forma, foram retiradas (Figura 3.4) e pesadas as amostras do material, que, posteriormente, foram secas em estufa de circulação forçada de ar a uma temperatura de aproximadamente 65°C até a estabilização do seu peso de matéria seca.

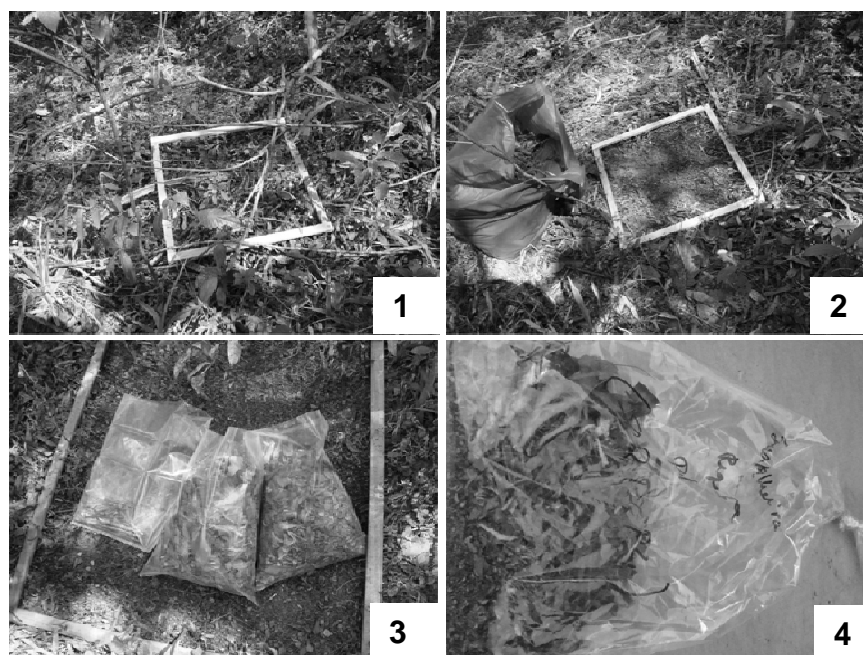


Figura 3 – (3.1) Gabarito de área interna de 1 m² ; (3.2) Coleta do material. (3.3) Amostra subdividida em espessuras. 3.4- Amostra retirada.

A determinação da biomassa seca total foi obtida pelo método da proporcionalidade, conforme feito para determinação da biomassa da vegetação de porte baixo. Os cálculos foram efetuados utilizando a média dos valores encontrados do peso de matéria úmida e matéria seca das amostras. Os valores encontrados foram extrapolados para toneladas por hectare.

3.4. Teor de carbono total

Para obter o teor de carbono total das amostras da vegetação de porte baixo e da serapilheira, os materiais foram moídos em um moinho tipo Willey,

marca Thomas Scientific, retirando-se amostras de 1g para serem analisadas no Laboratório de Solos Florestais da Universidade Federal de Viçosa.

Cada amostra de 1g foi colocada em um cadinho de porcelana sem tampa, levado à mufla, modelo Linn Elektro Therm, na temperatura de 550°C, por três horas até completa calcinação da amostra. A amostra foi retirada da mufla e resfriada em dessecador para posterior pesagem em balança com precisão de 0,0001g, modelo MARK 210A. O teor de carbono foi calculado pela seguinte equação:

$$CT = \left(\frac{M_s}{M_r} \right) * 100 \quad [8]$$

em que:

CT = Teor de carbono em %;

Ms = massa do resíduo da amostra seca após calcinação em g; e

Mr = massa da amostra seca em g.

3.5. Metodologia estabelecida pelo IPCC para determinação da biomassa

Para essa metodologia, foram utilizadas as mesmas vinte e duas parcelas de 500 m² (50 x 10 m) para amostragem da vegetação. Em cada parcela, todos os indivíduos com DAP ≥ 5 cm foram identificados e tiveram a altura total (Ht) e o DAP medidos.

A biomassa acima do solo (AGB) foi estimada por meio do método não destrutivo de quantificação, em que se usou a equação alométrica (equação 9), proposta por Brown et al. (1989), aceita pelo IPCC (2003) e pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (2008). Esta equação se aplica a regiões tropicais úmidas, com pluviosidade menor que 1.500 mm anuais, e para indivíduos que apresentem DAP variando entre 5 e 40 cm. Para esta pesquisa, essa equação foi usada para todos os indivíduos com DAP ≥ 5 a fim de verificar a diferença entre as metodologias utilizadas.

$$AGB = 34,4703 - 8,0671 * DAP + 0,6589 * DAP^2 \quad [9]$$

em que:

AGB = biomassa acima do solo em kg; e

DAP = Diâmetro à Altura do Peito em cm.

Para a *Attalea dubia*, por se tratar de uma palmeira, existe a necessidade de se utilizar uma equação alométrica específica (equação 10), proposta pelo IPCC (2003):

$$AGB = 10,856 + 176,76 * Ht - 6,898 * Ht^2 \quad [10]$$

em que:

AGB = biomassa acima do solo em kg; e

Ht = altura total em m.

A biomassa abaixo do solo (BGB) foi estimada com base na equação alométrica proposta por Cairns et al. (1997) e sugerida pelo IPCC (2003) para florestas tropicais:

$$BGB = \exp[-1,0587 + 0,8836 * \ln(AGB)] \quad [11]$$

em que:

BGB = biomassa abaixo do solo em kg; e

AGB = biomassa acima do solo em kg.

3.6. Quantificação da biomassa do sub-bosque e da serapilheira

Para a quantificação de biomassa da vegetação com o DAP < 5 cm e da serapilheira, segundo recomendação do IPCC (2003), foram estabelecidas quatro subparcelas de 0,5 m², dispostas em cada uma das 22 parcelas. Todo material encontrado dentro das subparcelas foi cortado, homogeneizado por parcela e pesado. Retiraram-se amostras para determinação da massa seca, obtida pelo método da proporcionalidade.

3.7. Estimativa do carbono estocado na biomassa

O carbono estocado na biomassa foi estimado por meio da multiplicação dos valores de biomassa pelo fator 0,47 para espécies arbóreas e herbáceas e 0,37 para serapilheira, conforme recomendação do IPCC (2006).

3.8. Diferença entre as metodologias

Para a análise das diferenças de estocagem de biomassa e carbono entre as metodologias, utilizou-se a seguinte equação:

$$Df = \left(\frac{M_{IPCC} - M_{Reg}}{M_{IPCC}} \right) * 100 \quad [12]$$

em que:

D_f = Diferença entre as metodologias em %;

M_{IPCC} = Estocagem de biomassa e carbono pela metodologia do IPCC em $t\ ha^{-1}$; e

M_{Reg} = Estocagem de biomassa e carbono pela metodologia utilizando equações regionais em $t\ ha^{-1}$.

Para a comparação entre as médias de biomassa e carbono total das metodologias do IPCC, utilizando equações regionais, aplicou-se teste t dependente a 5% de probabilidade. Já para comparação entre a biomassa acima e abaixo do solo das metodologias, nas diferentes classes diamétricas, utilizou-se o teste qui-quadrado a 5% de probabilidade.

4. Resultados e Discussão

4.1. Estoque de Biomassa

A estimativa de biomassa média para o fragmento florestal, com o uso de equações regionais de Amaro (2010), Drumond (1996) e de Golley et al. (1978), foi de 98,46 t ha⁻¹. A biomassa acima do solo das espécies arbóreas foi estimada em 80,41 t ha⁻¹ (81,67%); a biomassa acima do solo dos indivíduos de *Attalea dubia*, em 2,74 t ha⁻¹ (2,78%); a biomassa abaixo do solo das espécies arbóreas, em 14,80 t ha⁻¹ (15,03%); e a biomassa abaixo do solo dos indivíduos de *Attalea dubia*, em 0,50 t ha⁻¹ (0,51%) (Tabela 1).

A parcela 10 foi a que apresentou a maior estimativa de biomassa, 181,18 t ha⁻¹. Essa parcela está localizada em um região onde não houve uma grande intervenção antrópica, além de estar localizada em uma grota, favorecendo o crescimento dos indivíduos. A parcela 5 foi a que apresentou a menor estimativa, 41,70 t ha⁻¹. As parcelas 7 e 12 foram as únicas que continham *Attalea dubia*, apresentaram elevados valores de DAP e contribuíram, respectivamente, em 44,11% e 11,10% para a biomassa total dessas parcelas (Tabela 1).

Tabela 1 – Estoque de biomassa (t ha⁻¹) utilizando equações regionais

Parcela	Biomassa acima do Solo (t ha ⁻¹)	Biomassa Acima do Solo (t ha ⁻¹) <i>Attalea dubia</i>	Biomassa Abaixo do Solo (t ha ⁻¹)	Biomassa Abaixo do Solo (t ha ⁻¹) <i>Attalea dubia</i>	Total (t ha ⁻¹)
1	84,61		15,57		100,18
2	82,34		15,15		97,50
3	55,97		10,30		66,27
4	80,81		14,87		95,68
5	35,22		6,48		41,70
6	40,93		7,53		48,46
7	59,56	47,01	10,96	8,65	126,18
8	37,88		6,97		44,85

Continua...

Tabela 1, Cont.

Parcela	Biomassa acima do Solo (t ha ⁻¹)	Biomassa acima do Solo (t ha ⁻¹) <i>Attalea dubia</i>	Biomassa abaixo do Solo (t ha ⁻¹)	Biomassa abaixo do Solo (t ha ⁻¹) <i>Attalea dubia</i>	Total (t ha ⁻¹)
9	41,95		7,72		49,67
10	153,02		28,16		181,18
11	79,56		14,64		94,20
12	106,24	13,26	19,55	2,44	141,49
13	91,47		16,83		108,31
14	123,62		22,75		146,37
15	94,51		17,39		111,91
16	42,00		7,73		49,73
17	61,11		11,25		72,36
18	114,34		21,04		135,39
19	71,10		13,08		84,18
20	116,16		21,38		137,54
21	96,46		17,75		114,21
22	100,24		18,45		118,69
Média	80,41	2,74	14,80	0,50	98,46
Biomassa (%)	81,67	2,78	15,03	0,51	100,00
Desvio Padrão	±31,69	±10,28	±5,83	±1,89	±38,35

A estimativa de biomassa média para o fragmento florestal, com o uso de equações propostas pelo IPCC, foi de 89,41 t ha⁻¹. A biomassa acima do solo das espécies arbóreas foi estimada em 71,36 t ha⁻¹ (81,55%); a biomassa acima do solo das *Attalea dubia*, em 1,82 t ha⁻¹ (2,08%); a biomassa abaixo do solo das espécies arbóreas, em 14,32 t ha⁻¹ (16,36%); e a biomassa abaixo do solo das *Attalea dubia*, em 0,50 t ha⁻¹ (0,62%) (Tabela 2).

Tabela 2 – Estoque de biomassa (t ha⁻¹) utilizando metodologia do IPCC

Parcela	Biomassa acima do Solo (t ha ⁻¹)	Biomassa acima do Solo (t ha ⁻¹) <i>Attalea dubia</i>	Biomassa abaixo do Solo (t ha ⁻¹)	Biomassa abaixo do Solo (t ha ⁻¹) <i>Attalea dubia</i>	Total (t ha ⁻¹)
1	80,04		17,03		97,07
2	70,57		14,31		84,88
3	52,31		11,37		63,68
4	69,94		14,60		84,54
5	35,91		8,77		44,68
6	36,72		8,30		45,02
7	50,27	21,92	11,34	3,37	86,90
8	35,45		7,64		43,09
9	43,65		10,10		53,75
10	129,51		23,15		152,66
11	77,67		15,15		92,82
12	98,66	18,20	19,61	2,86	139,33
13	77,30		14,90		92,20
14	123,98		23,36		147,34

Continua...

Tabela 2, Cont.

Parcela	Biomassa acima do Solo (t ha ⁻¹)	Biomassa acima do Solo (t ha ⁻¹) <i>Attalea dubia</i>	Biomassa abaixo do Solo (t ha ⁻¹)	Biomassa abaixo do Solo (t ha ⁻¹) <i>Attalea dubia</i>	Total (t ha ⁻¹)
15	81,17		16,40		97,57
16	41,62		8,77		50,39
17	58,88		11,40		70,28
18	111,39		20,71		132,10
19	66,32		13,45		79,77
20	90,58		16,05		106,63
21	80,77		15,30		96,07
22	88,90		17,45		106,35
Média	72,80	1,82	14,51	0,28	89,41
Biomassa (%)	81,42	2,04	16,22	0,32	100,00
Desvio Padrão	±27,48	±5,93	±4,58	±0,92	±32,75

A parcela 10 obteve a maior estimativa de biomassa (152,66 t ha⁻¹), enquanto a parcela 8, a menor estimativa (43,09 t ha⁻¹). Como relatado anteriormente, as parcelas 7 e 12 foram as únicas que tinham *Attalea dubia* e essa espécie contribuiu, respectivamente, com 29,10% e 15,11% da biomassa total dessas parcelas (Tabela 2).

A estimativa de biomassa para o fragmento estudado foi superior ao encontrado por Boina (2008), em uma área com Floresta Estacional Semidecidual, localizada no Vale do Rio Doce, MG, que encontrou uma estimativa de biomassa acima do solo de 73,39 t.ha⁻¹. Porém foi inferior ao encontrado pela mesma autora em um outro fragmento florestal no Vale do Rio Doce, MG (152,35 t.ha⁻¹), e ao encontrado por Amaro (2010), que obteve uma estimativa de biomassa acima do solo e de raízes de 197,73 t.ha⁻¹ para indivíduos com DAP ≥ 5 cm, em uma Floresta Estacional Semidecidual, no município de Viçosa, MG.

Vilar (2009), utilizando a equação proposta por Brown et al. (1989) e aceita pelo IPCC (2003), encontrou uma estimativa de 119,44 t.ha⁻¹ para biomassa acima do solo em matas ciliares na Zona da Mata Mineira.

Drumond et al. (1997) obtiveram uma estimativa de biomassa acima do solo de 112,00 t ha⁻¹ em Floresta Estacional Semidecidual Submontana, no Vale do Rio Doce, MG.

Cunha et al. (2009) estudaram dois fragmentos florestais de Florestas Montanas na região norte do estado do Rio de Janeiro e observaram 148,41 t ha⁻¹ e 167,86 t ha⁻¹ para biomassa acima do solo.

As estimativas de biomassa total pela metodologia sugerida pelo IPCC e utilizando equações regionais foram estatisticamente diferentes pelo teste t a 5% de probabilidade (P= 0,001512).

A metodologia sugerida pelo IPCC obteve uma tendência de subestimação dos valores de estocagem de biomassa em relação à metodologia com equações regionais. Em média, a estimativa de biomassa pela metodologia do IPCC foi 9,11% menor que a utilizada nas equações regionais (Tabela 3). Uma possível explicação para essa subestimação é a não inclusão da variável altura no modelo, indo contra o princípio da realidade biológica.

Para a biomassa acima do solo, obteve-se uma diferença média de -9,71%: a parcela 20 obteve a maior diferença (-28,24%) e a parcela 14, a menor (0,29%) (Tabela 3).

Em relação à biomassa abaixo do solo, a diferença média foi de 0,28%, mas com um desvio padrão de $\pm 13,53$: a parcela 20 obteve a maior diferença (-33,20%) e a parcela 12, a menor (0,30%) (Tabela 3).

As estimativas de biomassa acima e abaixo do solo para a *Attalea dubia* foram aquelas que apresentaram maior discrepância entre os valores, mostrando que não existem metodologias precisas para estas estimativas.

Tabela 3 – Diferenças em porcentagem (%) do estoque de biomassa ($t\ ha^{-1}$), usando a metodologia do IPCC e equações regionais

Parcela	Biomassa acima do Solo ($t\ ha^{-1}$)	Biomassa acima do Solo ($t\ ha^{-1}$) <i>Attalea dubia</i>	Biomassa abaixo do Solo ($t\ ha^{-1}$)	Biomassa abaixo do Solo ($t\ ha^{-1}$) <i>Attalea dubia</i>	Total ($t\ ha^{-1}$)
1	-5,70		8,57		-3,20
2	-16,68		-5,90		-14,86
3	-6,99		9,41		-4,07
4	-15,54		-1,86		-13,18
5	1,92		26,09		6,66
6	-11,47		9,24		-7,65
7	-18,48	-114,42	3,34	-156,92	-45,20
8	-6,86		8,75		-4,09
9	3,90		23,56		7,59
10	-18,15		-21,64		-18,68
11	-2,43		3,36		-1,48
12	-7,68	27,15	0,30	14,59	-1,55
13	-18,33		-12,98		-17,47
14	0,29		2,61		0,66
15	-16,44		-6,06		-14,69
16	-0,92		11,86		1,31
17	-3,79		1,35		-2,95

Continua...

Tabela 3, Cont.

Parcela	Biomassa acima do Solo (t ha ⁻¹)	Biomassa acima do Solo (t ha ⁻¹) <i>Attalea dubia</i>	Biomassa abaixo do Solo (t ha ⁻¹)	Biomassa abaixo do Solo (t ha ⁻¹) <i>Attalea dubia</i>	Total (t ha ⁻¹)
18	-2,65		-1,61		-2,49
19	-7,20		2,72		-5,53
20	-28,24		-33,20		-28,99
21	-19,43		-16,03		-18,89
22	-12,76		-5,72		-11,60
Média	-9,71	-3,97	0,28	-6,47	-9,11
Desvio Padrão	±8,39	±25,34	±13,53	±33,75	±12,09

O teste qui-quadrado não foi significativo, a 5% de probabilidade, para biomassa acima do solo em todas as classes diamétricas.

Para a estimativa da biomassa acima do solo, usando a metodologia proposta pelo IPCC, foram obtidas uma superestimação para menor classe diamétrica e para a classe com centro igual a 52,5 cm e uma subestimação para as outras classes. A maior diferença média de estocagem de biomassa se verificou no centro de classe de 12,5 cm (-18,04%), e a menor diferença média se verificou no centro igual a 52,5 cm (0,76%), podendo esse fato ser explicado por apenas uma parcela apresentar árvores nessa classe, deixando a média próxima a zero (Tabela 4).

A maior diferença na estocagem de biomassa acima do solo foi encontrada para a parcela 20, na classe de 57,5 cm (-42,80%), enquanto a menor diferença foi obtida na parcela 16, na classe de 22,5cm, (0,91%) (Tabela 4).

O teste qui-quadrado não foi significativo, a 5% de probabilidade, para biomassa abaixo do solo em todas as classes diamétricas.

Para a biomassa abaixo do solo, ocorreu, em média, uma superestimação nas classes de 7,5 cm e 12,5cm, e para as outras classes diamétricas, houve uma subestimação da metodologia do IPCC comparada com o uso de equações regionais. A maior diferença média foi encontrada na classe de 7,5 cm (39,13%), enquanto a menor (-0,08%) foi observada na classe de 52,5 cm.

A maior diferença na estocagem de biomassa abaixo do solo foi encontrada para a parcela 10, na classe de 62,5 cm (-79,07%), enquanto a menor diferença foi obtida na parcela 18, na classe de 17,5cm (-0,004%) (Tabela 5)..

Tabela 4 – Diferença em porcentagem (%) do estoque de biomassa acima do solo ($t\ ha^{-1}$), usando a metodologia do IPCC e pelo uso de equações regionais, por classe de DAP

Parcela	7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	52,5	57,5	62,5
1	13,62	-15,02	-13,03	-11,76	-3,31						
2	8,68	-19,95	-17,93	-1,21	-20,93	-32,06					
3	10,22	-19,42	-20,29	-10,07	-6,85	-14,87					
4	7,29	-18,52	-25,03	-17,78		-26,68					
5	18,73	-19,43	-16,72								
6	14,41	-30,20	-22,77	-19,95							
7	4,33	-27,90	-27,90	-34,49	-32,22						
8	13,96	-33,16	-16,91	-6,25							
9	21,20	-12,30	-2,09	-6,24							
10	7,72	-15,69	-10,98	-4,81	-11,54	-12,74					-37,34
11	13,42	-14,98	-6,24	-3,19	-2,31	1,84					
12	16,79	-11,29	-13,87	-9,00	-8,26	-9,22					
13	12,65	-18,76	-15,95	-27,06	-12,16		-20,88	-30,19			
14	24,03	-8,18	1,56	4,22	-1,56	6,63	-16,10	8,51			
15	4,45	-12,14	-19,76	-13,21	-28,42	-34,33					
16	26,36	-8,49	-11,77	0,91							
17	16,19	-5,78	5,97	-8,51	1,55		-16,63				
18	11,40	-21,32	-12,13	-20,08	-14,80	-24,97		12,25	16,69		
19	19,22	-22,03	-26,00	-15,02	-9,51	-6,69	-14,65				
20	10,25	-24,01	-14,84	-22,30	-6,83	-32,34				-42,80	
21	14,40	-17,64	-5,91	-15,42		-17,45	-36,31	-31,97			
22	17,32	-20,60	-10,13	-12,47	-16,21			-17,07			
Média	13,94	-18,04	-13,76	-11,53	-7,88	-9,22	-4,75	-2,66	0,76	-1,95	-1,70
Desvio Padrão	±5,70	±6,83	±8,49	±9,36	±9,43	±12,76	±9,55	±10,21	±3,48	±8,92	±7,78

Tabela 5 – Diferença em porcentagem (%) do estoque de biomassa abaixo do solo ($t\ ha^{-1}$), usando a metodologia do IPCC e pelo uso de equações regionais, por classe de DAP

Parcela	7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	52,5	57,5	62,5
1	39,01	7,44	-1,95	-8,23	-5,85						
2	35,59	4,72	-5,44	0,60	-25,71	-43,36					
3	36,55	5,27	-7,77	-5,16	-8,89	-24,24					
4	34,29	4,38	-12,56	-14,52		-40,12					
5	42,79	5,18	-4,60								
6	39,62	-4,64	-12,13	-13,11							
7	32,06	-3,25	-13,03	-26,57	-36,87						
8	39,00	-9,13	-6,91	-3,95							
9	44,31	10,58	10,38	-2,99							
10	34,43	8,16	-0,01	-2,57	-12,64	-22,55					-79,07
11	38,75	7,65	4,28	-0,52	-6,05	-6,36					
12	41,21	10,50	-2,22	-6,85	-12,34	-17,34					
13	38,37	3,64	-5,53	-21,15	-17,06		-35,33	-51,62			
14	46,40	11,83	10,69	8,14	-4,47	-2,15	-30,72	-6,58			
15	31,54	9,18	-9,12	-10,06	-29,59	-46,34					
16	48,24	14,02	-1,78	3,25							
17	40,74	15,03	15,66	-4,67	-2,32		-33,96				
18	37,83	3,04	-0,004	-18,71	-21,33	-33,69		-2,82	-1,78		
19	42,99	3,42	-12,91	-11,09	-13,01	-17,97	-29,88				
20	36,55	-1,53	-2,75	-20,62	-8,95	-45,71					-81,09
21	39,32	5,32	3,96	-11,30		-25,48	-56,63	-52,20			
22	41,27	2,67	3,69	-10,24	-21,33			-35,64			
Média	39,13	5,16	-2,28	-8,20	-10,29	-14,79	-8,48	-6,77	-0,08	-3,69	-3,59
Desvio Padrão	±4,18	±5,83	±7,79	±8,42	±10,67	±17,14	±16,33	±16,10	±0,37	±16,89	±16,47

4.2. Estoque de Carbono

A estimativa média de carbono para o fragmento florestal, com o uso de equações regionais, foi de 46,76 t ha⁻¹. O carbono acima do solo das espécies arbóreas foi estimado em 38,00 t ha⁻¹ (81,26%); o carbono acima do solo das *Attalea dubia*, em 1,34 t ha⁻¹ (2,86%); o carbono abaixo do solo das espécies arbóreas, em 7,18 t ha⁻¹ (15,36%); e o carbono abaixo do solo das *Attalea dubia*, em 0,24 t ha⁻¹ (0,52%). A parcela 10 obteve a maior estimativa de carbono (87,02 t ha⁻¹), enquanto a parcela 5, a menor estimativa (19,40 t ha⁻¹) (Tabela 6).

Tabela 6 – Estoque de carbono estimado (t ha⁻¹) utilizando-se equações regionais

Parcela	Carbono acima do Solo (t ha ⁻¹)	Carbono acima do Solo (t ha ⁻¹) <i>Attalea dubia</i>	Carbono abaixo do Solo (t ha ⁻¹)	Carbono abaixo do Solo (t ha ⁻¹) <i>Attalea dubia</i>	Total (t ha ⁻¹)
1	39,63		7,56		47,19
2	38,79		7,36		46,15
3	26,19		5,00		31,19
4	37,98		7,22		45,20
5	16,26		3,15		19,40
6	19,07		3,66		22,73
7	27,77	23,00	5,32	4,20	60,29
8	17,73		3,38		21,11
9	19,48		3,75		23,22
10	73,35		13,67		87,02
11	37,57		7,11		44,68
12	50,11	6,39	9,49	1,18	67,18
13	43,38		8,17		51,55
14	58,68		11,04		69,72
15	44,54		8,44		52,99
16	19,69		3,75		23,44
17	28,94		5,46		34,40
18	54,31		10,21		64,52
19	33,55		6,35		39,90
20	55,70		10,38		66,08
21	45,86		8,62		54,47
22	47,40		8,95		56,36
Média	38,00	1,34	7,18	0,24	46,76
Carbono (%)	81,26	2,86	15,36	0,52	100,00
Desvio Padrão	±15,27	±5,03	±2,83	±0,92	±18,49

A estimativa média de carbono, utilizando equações propostas pelo IPCC, foi de 42,03 t ha⁻¹. A estocagem de carbono acima do solo das espécies arbóreas foi estimada em 34,22 t ha⁻¹ (81,42%); o carbono acima do solo da *Attalea dubia*, em 0,86 t ha⁻¹ (2,04%); o carbono abaixo do solo das espécies arbóreas, em 6,82 t ha⁻¹ (16,22%); e o carbono do solo das *Attalea dubia*, em

0,13 t ha⁻¹ (0,32%) (Tabela 7). A parcela 10 obteve a maior estimativa de carbono, 71,75 t ha⁻¹, enquanto a parcela 8, a menor estimativa (20,25 t ha⁻¹) (Tabela 7).

As estimativas de carbono total, pela metodologia sugerida pelo IPCC e utilizando equações regionais, foram estatisticamente diferentes pelo teste t a 5% de probabilidade (P= 0,001049).

Tabela 7 – Estoque de carbono estimado (t ha⁻¹) utilizando-se metodologia do IPCC

Parcela	Carbono acima do Solo (t ha ⁻¹)	Carbono acima do Solo (t ha ⁻¹) <i>Attalea dubia</i>	Carbono abaixo do Solo (t ha ⁻¹)	Carbono abaixo do Solo (t ha ⁻¹) <i>Attalea dubia</i>	Total (t ha ⁻¹)
1	37,62		8,00		45,62
2	33,17		6,72		39,89
3	24,59		5,35		29,93
4	32,87		6,86		39,73
5	16,88		4,12		21,00
6	17,26		3,90		21,16
7	23,63	10,30	5,33	1,58	40,85
8	16,66		3,59		20,25
9	20,51		4,75		25,26
10	60,87		10,88		71,75
11	36,51		7,12		43,63
12	46,37	8,56	9,22	1,34	65,49
13	36,33		7,00		43,34
14	58,27		10,98		69,25
15	38,15		7,71		45,86
16	19,56		4,12		23,69
17	27,67		5,36		33,03
18	52,35		9,73		62,08
19	31,17		6,32		37,49
20	42,57		7,55		50,12
21	37,96		7,19		45,15
22	41,78		8,20		49,99
Média	34,22	0,86	6,82	0,13	42,03
Carbono (%)	81,42	2,04	16,22	0,32	100,00
Desvio Padrão	±12,91	±2,79	±2,15	±0,43	±15,39

As estimativas de carbono para a floresta por meio das metodologias utilizadas ficaram abaixo das encontradas por Amaro (2010), que obteve uma estimativa de carbono acima do solo e de raízes de 90,01 t ha⁻¹, para indivíduos com DAP ≥ 5 cm, em uma Floresta Estacional Semidecidual, no município de Viçosa, MG, e de Ribeiro (2007), em uma Floresta Estacional Semidecidual primária em Viçosa, MG, em que foi estimada uma estocagem de carbono acima do solo igual a 83,34 t.ha⁻¹.

Comparando as estimativas de carbono com outras fitofisionomias, percebe-se que os valores encontrados para a área de estudo foram inferiores ao encontrados por Brun (2004), em uma Floresta Estacional Decidual, localizada em Santa Teresa-RS, que estimou em 65,47 t ha⁻¹ o carbono estocado na biomassa acima do solo e 17,16 t ha⁻¹ nas raízes. Brites et al. (2006), estudando a estocagem média de carbono na biomassa acima do solo para ecossistemas da Floresta Atlântica do Brasil, encontraram os seguintes resultados: 108,60 t ha⁻¹ para Floresta Estacional Semidecidual; 152,89 t ha⁻¹ para Floresta Ombrófila Densa; 129,40 t ha⁻¹ para Floresta Ombrófila Densa Aluvial; 105,24 t ha⁻¹ para Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas; e 123,99 t ha⁻¹ para Floresta Ombrófila Mista. O carbono estocado nas raízes variou entre 1,18 e 9,00 t ha⁻¹.

Watzlawick et al. (2002), estudando a fixação de carbono em Floresta Ombrófila Mista, em diferentes estágios de regeneração, encontraram estocagens de carbono acima do solo para estágio inicial igual a 28,84 t ha⁻¹, de 70,23 t ha⁻¹ para o médio, e de 165,02 t ha⁻¹ para o avançado. Para as raízes, a estocagem de carbono foi de 38,17 t ha⁻¹; 40,00 t ha⁻¹ e 36,14 t ha⁻¹, para os estágios inicial, intermediário e avançado, respectivamente.

Para a estocagem de carbono acima do solo, houve uma tendência de subestimação para as espécies arbóreas e para *Attalea dubia* (Tabela 8).

Como ocorreu na quantificação de biomassa, a estocagem de carbono para *Attalea dubia* foi a que obteve maior discrepância dos valores.

Tabela 8 – Diferença em porcentagem (%) do estoque total médio de carbono (t ha⁻¹), usando a metodologia do IPCC e equações regionais

Parcela	Carbono acima do Solo (t ha ⁻¹)	Carbono acima do Solo (t ha ⁻¹) <i>Attalea dubia</i>	Carbono abaixo do Solo (t ha ⁻¹)	Carbono abaixo do Solo (t ha ⁻¹) <i>Attalea dubia</i>	Total (t ha ⁻¹)
1	-5,36		5,57		-3,45
2	-16,95		-9,40		-15,69
3	-6,52		6,48		-4,21
4	-15,55		-5,17		-13,77
5	3,69		23,67		7,60
6	-10,52		6,26		-7,42
7	-17,53	-123,25	0,20	-165,34	-47,60
8	-6,40		5,80		-4,26
9	5,06		21,07		8,07
10	-20,51		-25,63		-21,28
11	-2,92		0,18		-2,41
12	-8,07	25,31	-2,99	11,79	-2,58

Continua...

Tabela 8, Cont

Parcela	Carbono acima do Solo (t ha ⁻¹)	Carbono acima do Solo (t ha ⁻¹) <i>Attalea dubia</i>	Carbono abaixo do Solo (t ha ⁻¹)	Carbono abaixo do Solo (t ha ⁻¹) <i>Attalea dubia</i>	Total (t ha ⁻¹)
13	-19,39		-16,67		-18,94
14	-0,70		-0,60		-0,68
15	-16,76		-9,55		-15,54
16	-0,64		9,01		1,05
17	-4,58		-1,90		-4,14
18	-3,73		-4,95		-3,93
19	-7,62		-0,48		-6,42
20	-30,84		-37,53		-31,84
21	-20,80		-19,80		-20,65
22	-13,45		-9,15		-12,74
Média	-10,00	-4,45	-2,98	-6,98	-10,04
Desvio Padrão	±9,01	±27,08	±13,97	±35,46	±12,83

4.3. Biomassa do sub-bosque e da serapilheira

O sub-bosque apresentou biomassa média de 6,96 t ha⁻¹, porém com um alto desvio padrão (±6,19 t ha⁻¹), devido à grande diferença entre as biomassas das parcelas (Tabela 9).

Em relação à serapilheira, o fragmento florestal apresentou biomassa média equivalente a 11,57 t ha⁻¹, e a maior fração foi encontrada no material com diâmetro abaixo de 0,7 cm (S1) (9,65 t ha⁻¹), geralmente constituído por folhas e galhos finos. A serapilheira com diâmetro entre 0,71 e 2,50 cm (S2), composta geralmente por galhos, foi responsável pela estocagem de 1,42 t ha⁻¹ de biomassa, e o material com diâmetro entre 2,51 e 7,60 cm (S3), encontrado em apenas 5 parcelas, apresentou uma estocagem média de 0,51 t ha⁻¹ (Tabela 9).

Tabela 9 – Estoque de biomassa (t ha⁻¹) para sub-bosque e serapilheira. Em que: S1- Material com diâmetro ≤ 0,70 cm; S2 - Material com diâmetro entre 0,71 e 2,50 cm; S3 -Material com diâmetro entre 2,51 e 7,60 cm

Metodologia	Sub-bosque	Serapilheira			Total
		S1	S2	S3	
Regional	6,96	9,65	1,42	0,51	11,57
	(±6,19)	(±3,45)	(±1,15)	(±1,07)	(±4,14)
IPCC	5,10				11,54
	(±4,05)				(±6,15)

Pela metodologia estabelecida pelo IPCC, o sub-bosque e a serapilheira apresentaram biomassa de 5,10 e 11,54 t ha⁻¹, respectivamente. Houve uma grande variação entre as parcelas, tanto para o sub-bosque ($\pm 4,05$), quanto para a serapilheira ($\pm 6,15$) (Tabela 9).

Segundo Figueiredo Filho et al. (2005), vários fatores abióticos e bióticos como tipo de vegetação, precipitação, altitude, temperatura, latitude, luminosidade, relevo, decíduosidade, estágio sucessional, disponibilidade hídrica e características do solo afetam a produção de serapilheira. E dependendo das características de cada ecossistema, um determinado fator pode prevalecer sobre os demais.

Comparar resultados de biomassa de forma ampla é tarefa difícil, principalmente da vegetação arbustiva (sub-bosque), pois não existe literatura disponível sobre o tema proposto (WATZLAWICK et al., 2005).

Os valores de biomassa para serapilheira foram próximos aos encontrados por Amaro (2010) (11,62 t ha⁻¹) para floresta com a mesma fitofisionomia, localizada em Viçosa, MG. No entanto, para o sub-bosque, o mesmo autor encontrou estoque superior (8,10 t ha⁻¹). Coutinho (2009), estudando a biomassa em uma floresta secundária no domínio Mata Atlântica, no município de Cruzeiro, SP., observou uma estocagem de 7,78 t ha⁻¹ para o sub-bosque e de 8,22 t ha⁻¹ para a serapilheira.

Cunha et al. (2009) verificaram que o acúmulo de biomassa na serapilheira, em duas áreas de Floresta Ombrófila Densa Montana, no município de Santa Maria Madalena, RJ, foi de 8,5 e de 8,8 t ha⁻¹.

Em relação ao teor médio de carbono na biomassa, verificou-se que para o sub-bosque ele foi de 52,79%, e para serapilheira, de 49,63; 53,72 e 52,71% para S1, S2 e S3, respectivamente (Tabela 10).

Esses teores são superiores aos valores estabelecidos pelo default do IPCC (2006), que estabelece 47% para o sub-bosque e 37% para a serapilheira. Pela metodologia estabelecida pelo IPCC, o sub-bosque e a serapilheira apresentaram uma biomassa de 5,10 e 11,54 t ha⁻¹, respectivamente.

Tabela 10 – Teor de Carbono (%) para sub-bosque e serapilheira presente na biomassa em relação ao total estocado. Em que: S1- Material com diâmetro \leq 0,70 cm; S2 - Material com diâmetro entre 0,71 e 2,50 cm; S3 -Material com diâmetro entre 2,51 e 7,60 cm

Parâmetro	Sub-bosque (%)	Serapilheira (%)		
		S1	S2	S3
Média	52,79	49,63	53,72	52,71
Desvio Padrão	$\pm 1,95$	$\pm 3,47$	$\pm 0,87$	$\pm 1,53$

Os teores de carbono foram superiores aos encontrados por Higuchi e Carvalho Jr. (1994), que observaram um teor médio na serapilheira de 39,3% para Floresta Tropical de Terra Firme na região amazônica; Balbinot (2003) determinou que a biomassa seca total da serapilheira sobre o solo para um plantio de *Pinus taeda* aos 5 anos de idade, no Rio Grande do Sul, foi de 17,4 t ha⁻¹, correspondendo a um total de 7,7 t ha⁻¹ de carbono orgânico, representando um teor de 44,4%.

Arevalo et al. (2002) recomendam a multiplicação da biomassa da serapilheira, em t ha⁻¹, pelo fator de 0,45, para a obtenção do carbono estocado. Ferez (2010) aplicou o fator 0,42 para a conversão da produção de serapilheira anual para estoque de carbono, em uma Floresta Estacional Semidecidual, em Anhembi/SP.

O estoque de carbono para o sub-bosque foi de 3,73 t ha⁻¹ e para serapilheira foi de 4,74; 0,76 e 0,32 t ha⁻¹ para S1, S2 e S3, respectivamente (Tabela 11). Pela metodologia estabelecida pelo IPCC, o sub-bosque e a serapilheira apresentaram uma biomassa de 2,40 e 4,27 t ha⁻¹, respectivamente (Tabela 11). O default do IPCC (2006) para o estoque de carbono em serapilheira para florestas tropicais maduras é de 2,1 t ha⁻¹, valor inferior ao encontrado no presente trabalho.

Tabela 11 – Estoque de carbono médio (t ha⁻¹) para sub-bosque e serapilheira. Em que: S1- Material com diâmetro \leq 0,70 cm; S2 - Material com diâmetro entre 0,71 e 2,50 cm; S3 -Material com diâmetro entre 2,51 e 7,60 cm

Equações	Sub-bosque	Serapilheira			
		S1	S2	S3	Total
Regional	3,73 ($\pm 3,34$)	4,74 ($\pm 1,63$)	0,76 ($\pm 0,62$)	0,32 ($\pm 0,60$)	5,82 ($\pm 2,10$)
IPCC	2,40 ($\pm 1,90$)				4,27 ($\pm 2,28$)

O estoque de carbono médio foi inferior ao encontrado por Watzlawick et al. (2002), que, estudando a fixação de carbono em Floresta Ombrófila Mista, em diferentes estágios de regeneração, encontraram uma estocagem de carbono no sub-bosque para estágio inicial igual a 9,60 t ha⁻¹, 8,46 t ha⁻¹ para o intermediário e 8,03 t ha⁻¹ para o avançado.

Porém, para a serapilheira, a estocagem de carbono foi superior ao encontrado pelo mesmo autor, 2,99 t ha⁻¹; 3,30 t ha⁻¹ e 2,90 t ha⁻¹ para os estágios inicial, intermediário e avançado, respectivamente.

Caldeira et al. (2009) verificaram o conteúdo total de carbono orgânico na serapilheira acumulada em três estádios sucessionais da Floresta Ombrófila Densa Submontana, em Blumenau, SC, e encontraram 1,55 t ha⁻¹ para o estágio intermediário, 1,51 t ha⁻¹ para o estágio avançado e 1,26 t ha⁻¹ para o inicial.

Brun (2004), em uma Floresta Estacional Decidual, localizada em Santa Teresa-RS, estimou em 3,76 t ha⁻¹ o carbono estocado na serapilheira. Ferez (2010) encontrou um estoque de carbono na serapilheira de 4,0 t ha⁻¹ano⁻¹ para uma Floresta Estacional Semidecidual, em Anhembi/SP.

De modo geral, a metodologia estabelecida pelo IPCC subestimou tanto o estoque de carbono no sub-bosque (70,46%) quanto o estoque na serapilheira (-48,60%), porém ocorreu uma grande variação da biomassa ($\pm 165,80\%$) e para o sub-bosque ($\pm 51,48\%$) (Tabela 12). Esse fato ocorre devido a diferenças entre a produção de serapilheira e o crescimento da regeneração natural entre as parcelas e também na mesma parcela.

Tabela 12 – Diferença (%) no estoque de carbono médio (t ha⁻¹) para sub-bosque e serapilheira, utilizando metodologia sugerida pelo IPCC e equações regionais

	Sub-bosque (%)	Serapilheira (%)
Média	-70,46	-48,60
Desvio Padrão	($\pm 165,80$)	($\pm 51,48$)

5. Conclusão

A estimativa de biomassa presente na área de estudo foi considerada baixa se comparada com outros fragmentos na região. Porém, como o fragmento se apresenta em estágio secundário médio de regeneração, há tendência de continuidade do seu crescimento, aumentando, com isso, o estoque de biomassa e de carbono.

A metodologia do IPCC apresentou tendência de subestimar a biomassa e o carbono, quando comparado com as metodologias regionais. Apesar disso, sua utilização é de grande importância para nortear pesquisas de carbono, principalmente quando não existem equações alométricas apropriadas para cada região. Também se ressalta que, adotando o princípio conservador nas estimativas, conforme recomendado em projetos de carbono, a metodologia do IPCC pode ser utilizada.

Os outros compartimentos da floresta, além da parte do indivíduo arbóreo acima do solo, como serapilheira, arbustos e raiz, corresponderam a 30,14% do carbono total. Assim, sua incorporação nas estimativas é de grande importância para um melhor conhecimento da estocagem real de carbono pela floresta.

A diferença da estocagem de carbono auferida utilizando as metodologias do IPCC e equações regionais permite inferir sobre a necessidade de estudos em outras florestas. Com estes estudos será possível obter uma maior padronização nas metodologias de quantificação de biomassa e estocagem de carbono das florestas, além de melhorar os bancos de dados existentes e as bases comparativas entre os estudos.

6. Referências Bibliográficas

ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF 2010: ano base 2009**. Brasília: 2010. 104 p.

AMARO, M. A. **Quantificação do estoque volumétrico, de biomassa e de carbono em uma Floresta Estacional Semidecidual no Município de Viçosa-MG**. 2010. 168 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2010.

AREVALO, L. ; ALEGRE, J.C; MONTOYA, L. J. V. Metodologia para estimar o Estoque de Carbono em diferentes Sistemas de uso de terra. **Embrapa Florestas. Documentos 73**. 2002.

BALBINOT, R.; SCHUMACHER, M. V.; WATZLAWICK, L. F.; SANQUETTA, C. R. Inventário do carbono orgânico em um plantio de *Pinus taeda* aos 5 anos de idade no Rio Grande do Sul. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v.5, n.1, 2003.

BOINA, A. **Quantificação de estoques de biomassa e de carbono em Floresta Estacional Semidecidual, Vale do Rio Doce, Minas Gerais**. 2008. 89 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2008.

BRITEZ, R. M.; BORGIO, M.; TIEPOLO, G.; FERRETTI, A.; CALMON, M.; HIGA, R. **Estoque e incremento de carbono em florestas e povoamentos de espécies arbóreas com ênfase na Floresta Atlântica do Sul do Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 165 p.

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.

BRUN, E. J. **Biomassa e nutrientes na floresta Estacional Decidual, em Santa Tereza, RS**. 136 f. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2004.

BURGER, R. D. M. Modelos alométricos para a estimativa da fitomassa de Mata Atlântica na Serra do Mar, SP. 2005.112 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

CALDEIRA, M. V. W.; VITORINO, M. D.; SCHAADT, S. S.; MORAES, E.; BALBINOT, R. Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrólia Densa. **Semina: Ciências Agrárias**, v.29, n.1, p.53-68, 2008.

CAIRNS, M. A.; BROWN, S.; HELMER, E. H.; BAUMGARDNER, G. A. Root biomass allocation in the world's upland forests. **Oecologia**, v. 111, p. 1-11. 1997.

CENAMO, M. C., PAVAN, M. N.; BARROS, A. C.; CARVALHO, F. **Guia sobre Projetos REDD+ na América Latina**. Manaus, Brasil. 2010. 96p.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Manual de Capacitação sobre Mudança do Clima e Projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)** - Brasília, DF: 2008. 276p.

CHAVE, J.; CONDIT, R.; AGUILAR, S.; HERNANDEZ, A.; LAO, S.; PEREZ, R. Error propagation and scaling for tropical forest biomass estimates. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, v.359, n. 1443, p. 409–420, 2004.

COUTINHO, R. P. **Estoques de Carbono e Emissão de N₂O no Sistema Solo-Planta em Região da Mata Atlântica**. 2009, 57p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2009.

CUNHA, G. M.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; VELLOSO, A. C. X. Biomassa e estoque de carbono e nutrientes em Florestas Montanas da Mata Atlântica na região norte do estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.5, p.1175-1185, 2009

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

DRUMOND, M.A.; BARROS, N.F.; SOUZA, A.L.; SILVA, A.F. Distribuição de biomassa e de nutrientes em diferentes coberturas florestais e pastagem na região do Médio Rio Doce-MG. **Revista Árvore**, v.21, n.2, p. 187-199, 1997.

FANG, J. et al. Changes in forest biomass carbon storage in China between 1949 and 1998. **Science**, v. 292, n. 5.525, p. 2.320-2.322, 2001.

FEREZ, A. P. C. **Efeito de práticas silviculturais sobre as taxas iniciais de sequestro de carbono em plantios de restauração da Mata Atlântica**. 2010, 106 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, SP, 2010.

FIGUEIREDO FILHO, A. et al. Produção estacional de serapilheira em uma floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de Irati (PR). **Ambiência - Revista do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais**, v.1, n.2, p.257-269, 2005.

FUKUDA, M.; IEHARA, T.; MATSUMOTO, M. Carbon stock estimates for sugi and hinoki forests in Japan. **Forest Ecology and Management**, v.184, n.1-3, p.1-16, 2003.

GHAZOUL, J.; BUTLER, R. A.; MATEO-VEGA, J.; KOH, L. P. REDD: a reckoning of environment and development implications. **Trends in Ecology and Evolution**, v.25, n.7, p. 396 – 402, 2010.

GOLLEY, F. B.; McGINNIS, J. T.; CLEMENTS, R. G.; CHILD, G. I.; DUEVER, M. J. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de Floresta Tropical Úmida**. São Paulo-SP: EDUSP, 1978. 256 p.

HAJEK, F.; VENTRESCA, M. J.; SCRIVEN, J.; CASTRO A. Regime-building for REDD+: Evidence from a cluster of local initiatives in south-eastern Peru. **Environmental Science & Policy**, v.14, n.2, p. 201 – 215, 2011.

HENRY, M.; BESNARD, A., ASANTE, W. A.; ESHUN, J.; ADU-BREDU, S.; VALENTINI, R.; BERNOUX, M.; SAINT-ANDRÉ, L. Wood density, phytomass variations within and among trees, and allometric equations in a tropical rainforest of Africa. **Forest Ecology and Management**, v.260, n.5, p.1.375-1.388, 2010.

HIGUCHI, N.; CARVALHO JUNIOR, J. A. de. **Fitomassa e conteúdo de carbono de espécies arbóreas da Amazônia**. In: Emissão × Sequestro de CO₂ - Uma nova oportunidade de negócios para o Brasil, 1994. Rio de Janeiro: Companhia Vale do Rio Doce, 1994. p.125-153

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry**. Japan: Institute for Global Environmental Strategies (IGES), 2003.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Agriculture, forestry and other land use**. Japan: Institute for Global Environmental Strategies (IGES), 2006.v.4.

RIBEIRO, S. C. **Quantificação do estoque de biomassa e análise econômica da implementação de projetos visando à geração de créditos de carbono em pastagem, capoeira e floresta primária**. 2007, 128 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

RIBEIRO, S. C.; JACOVINE, L. A. G.; SOARES, C. P. B; MARTINS, S. V.; SOUZA, A. L.; NARDELLI, A. M. B. Quantificação de biomassa e estimativa de estoque de carbono em uma floresta madura no município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v.33, n.5, p.917-926,2009.

SILVA. R. F. **Projeção do estoque de carbono e análise de geração de créditos em povoamentos de eucalipto**. 2007, 53 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

SOARES, C. P. B.; OLIVEIRA, M. L. R. Equações para estimar a quantidade de carbono na parte aérea de árvores de eucalipto em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v.26, n.5, p. 533-539, 2002.

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

TIEPOLO, G.; CALMON, M.; FERETTI, A. R. Measuring and monitoring carbon stocks at the Guaraqueçaba climate action project, Paraná, Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FOREST CARBON SEQUESTRATION AND MONITORING, 2002, Taipei, Taiwan. **Anais...** Taipei: Taiwan Forestry Research Institute, 2002. p.98-115.

VIEIRA, S. A.; ALVES, L. F.; AIDAR, M. P. M.; ARAÚJO, L. S.; BAKER, T.; BATISTA, J. L. F.; CAMPOS, M. C. R.; CAMARGO, P. B.; CHAVE, J.; DELITTI, W. B.; HIGUCHI, N.; HONÓRIO, E.; JOLY, C. A.; KELLER, M.; MARTINELLI, L. A.; MATTOS, E. A.; METZKER, T.; PHILLIPS, O.; SANTOS, F. A. M.; SHIMABUKURO, M. T.; SILVEIRA, M.; TRUMBORE, S. E. Estimation of biomass and carbon stocks: the case of the Atlantic Forest. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 2, p. 21-29, 2008.

VILAR, M. B. **Valoração econômica de serviços ambientais em propriedades rurais**. 2009, 146 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

WATZLAWICK, L. F.; KIRCHER, F. F.; SANQUETTA, C. R.; SCHUMACHER, M. V. Fixação de carbono em Floresta Ombrófila Mista em diferentes estágios de regeneração. In: SANQUETTA, C. R. et al. (Eds.). **As florestas e o carbono**. Curitiba: Imprensa Universitária da UFPR, 2002. p.153 -173.

WATZLAWICK, L. F.; SANQUETTA, C. R.; CALDEIRA, M. V. W. Estoque de carbono orgânico e biomassa em *Pinus taeda* L. **Biomassa & Energia**, v.2, n.1, p.7-17, 2005.

CAPÍTULO 3

AVALIAÇÃO DA SOBREVIVÊNCIA E DO CRESCIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES FLORESTAIS PLANTADAS NO PARQUE TECNOLÓGICO DE VIÇOSA, MG, COMO SUBSÍDIO PARA PROJETOS DE CARBONO FLORESTAL.

1. Introdução

Originalmente, a Mata Atlântica cobria uma área de 1.000.000 km², ou 12% do território brasileiro. Atualmente há apenas 7% da cobertura original, tornando-se uma das florestas tropicais com maior risco de extinção do mundo (FERRETI e BRITZ, 2006), pois muito do que resta está degradado e ameaçado pela expansão agrícola e pela urbanização (CAMPOE et al., 2010).

Grande parte das áreas compostas por floresta foi transformada em pastagens. Com a redução da produtividade, mudanças econômicas e sociopolíticas, muitas destas pastagens foram abandonadas com o passar dos anos (THOMLINSON et al., 1996; AIDE et al., 2000)

Nessas áreas compostas por pastagens abandonadas, gramíneas exóticas inibem a regeneração natural, que também é comprometida pela pequena quantidade de sementes no local. Nestas condições, o plantio de espécies nativas torna-se uma estratégia importante na aceleração da recuperação da floresta (LEITÃO et al., 2010; BRUEL et al., 2010; AIDE et al., 2000; ZIMMERMAN et al., 2000).

Entre as vantagens de utilizar espécies nativas para recuperação de áreas, pode-se citar a contribuição para a conservação da biodiversidade regional, protegendo ou expandindo as fontes naturais de diversidade genética da flora em questão, mas também da fauna a ela associada. Pode também

representar importantes vantagens técnicas como proximidade da fonte de propágulos, facilidade de aclimação e perpetuação das espécies (OLIVEIRA FILHO, 1994).

Embora o plantio de mudas seja potencialmente eficaz para a recuperação de áreas florestais, existem algumas complicações logísticas e econômicas que devem ser consideradas antes da sua utilização em áreas degradadas (BRUEL et al., 2010). Este método requer investimentos na produção ou compra de mudas, no preparo do terreno, no plantio e na manutenção da área plantada (KAGEYAMA et al., 2003).

Uma forma de minimizar o investimento do reflorestamento é sua inclusão em projetos de créditos de carbono. No Brasil, para projetos de créditos de carbono nos moldes do Protocolo de Quioto serem aceitos, é necessário que a vegetação tenha cobertura de copa das árvores igual ou superior a 30%, uma área plantada mínima de 1 hectare e altura das árvores igual ou superior a 5 metros (CIMGC, 2005). Além disso, que as atividades de reflorestamento estejam limitadas a aquelas áreas que não continham florestas antes de 31 de dezembro de 1989 (UNFCCC, 2001)..

A principal dificuldade de cunho científico para aceitação de projetos florestais de créditos de carbono é a incerteza quanto à permanência do carbono estocado nas florestas se comparado às reduções obtidas nos outros setores (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2008). Essa não permanência do carbono estocado nas florestas está relacionada com eventos naturais ou antrópicos, como queimadas e pragas, que podem devolver o carbono estocado nas florestas à atmosfera (FRONDIZI, 2009).

Estudos envolvendo sobrevivência e crescimento de plantios florestais com espécies nativas são de suma importância para a consolidação de projetos florestais visando a créditos de carbono.

2. Objetivo

Avaliar a sobrevivência e o crescimento inicial de espécies florestais plantadas no Parque Tecnológico de Viçosa como subsídio para projetos de carbono florestal.

3. Materiais e Métodos

Entre as medidas previstas pelo Licenciamento Ambiental do Parque Tecnológico de Viçosa, existem três planos de ações: Plano de Recuperação da Microbacia Hidrográfica do Rio Turvo Sujo, Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) e Projeto Técnico de Reconstituição da Flora (PTRF). Esses planos/projetos preveem a restauração florestal de algumas áreas, onde foram implantadas unidades demonstrativas denominadas: Encosta, Topo de Morro 1 e 2, Mata Ciliar 1 e 2. Além disso, foram implantados Sistemas Silvopastoris com eucalipto, cedro australiano e espécies nativas, que não estão dentro das obrigações do Licenciamento (Figura 1).

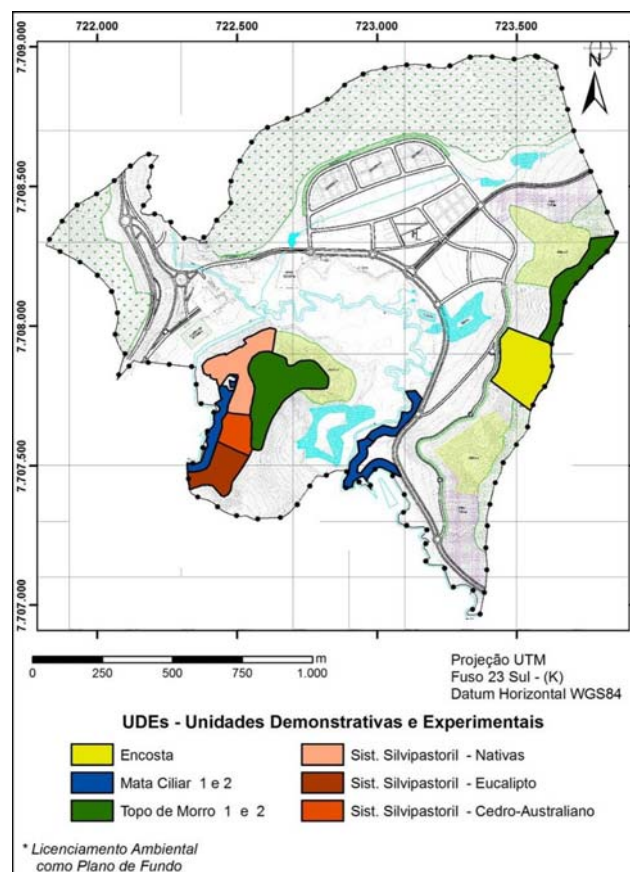


Figura 1: Unidades demonstrativas e experimentais com plantações florestais do Parque Tecnológico de Viçosa
 Fonte: Paixão (2010).

O estudo de sobrevivência e crescimento inicial das plantas foi realizado na unidade demonstrativa Encosta, onde foram plantadas espécies florestais brasileiras entre janeiro e março de 2009, em diferentes espaçamentos (2x2m, 3x3m, 3x4m, e 3x5m). A adoção destes espaçamentos teve uma finalidade experimental com objetivos de avaliar custos desenvolvimentos das espécies, regeneração natural, estoque de carbono, entre outras informações que podem ser úteis em projetos de reflorestamento na região.

As espécies plantadas foram agrupadas em categorias sucessionais (Tabela 1), seguindo critérios adotados por Gandolfi et al. (1995):

- Pioneiras: espécies que dependem de luz;
- Secundárias iniciais: espécies que ocorrem em condições de sombreamento médio ou de luminosidade não muito intensa;
- Secundárias tardias: espécies que se desenvolvem no sub-bosque em condições de sombra leve ou densa; e
- Sem caracterização: espécies que, em função da falta de informações, não puderam ser incluídas em nenhuma das categorias anteriores.

Tabela 1: Relação das espécies nativas plantadas na Encosta e as respectivas famílias e grupos ecológicos (GE): P – Pioneira; Si - Secundárias iniciais; St - Secundárias tardias; Sc - Sem caracterização

Nome Científico	Família	G.E.
<i>Adenantha pavonina</i> L.	Fabaceae	Sc
<i>Anadenantha peregrina</i> (L.) Speg.	Fabaceae	Si
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	Fabaceae	Si
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart.	Fabaceae	Si
<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	Lecythidaceae	St
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Meliaceae	St
<i>Centrolobium tomentosum</i> Guillemain ex Benth.	Fabaceae	Si
<i>Chorisia speciosa</i> A. St.-Hil.	Malvaceae	Si
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	Verbenaceae	P
<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	Rhamnaceae	Si
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.	Fabaceae	Si
<i>Eugenia</i> sp.	Myrtaceae	Sc
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	Arecaceae	St
<i>Genipa americana</i> L.	Rubiaceae	St
<i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg.	Euphorbiaceae	St
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Fabaceae	St

Continua...

Tabela 1- Cont.

Nome Científico	Família	G.E.
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	Fabaceae	Si
<i>Joannesia princeps</i> Vell.	Euphorbiaceae	P
Meliaceae	Meliaceae	Sc
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Fabaceae	Si
<i>Plathymenia foliolosa</i> Benth.	Fabaceae	P
<i>Platypodium elegans</i> Vogel	Fabaceae	Si
<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	P
<i>Samanea inopinata</i> (Harms) Barneby & J.W. Grimes	Fabaceae	Si
<i>Sapindus saponaria</i> L.	Sapindaceae	Si
<i>Schinus molle</i> L.	Anacardiaceae	P
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S. Irwin & Barneby	Fabaceae	Si
<i>Tabebuia avellanedae</i> Lorentz ex Griseb.	Bignoniaceae	St
<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex A. DC.) Standl.	Bignoniaceae	P
<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) G. Nicholson	Bignoniaceae	St
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Anacardiaceae	P
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau	Bignoniaceae	Si

O experimento foi conduzido no Delineamento em Blocos Casualizados (DBC), em que foram estabelecidos quatro blocos com os diferentes espaçamentos (2x2m, 3x3m, 3x4m, e 3x5m).

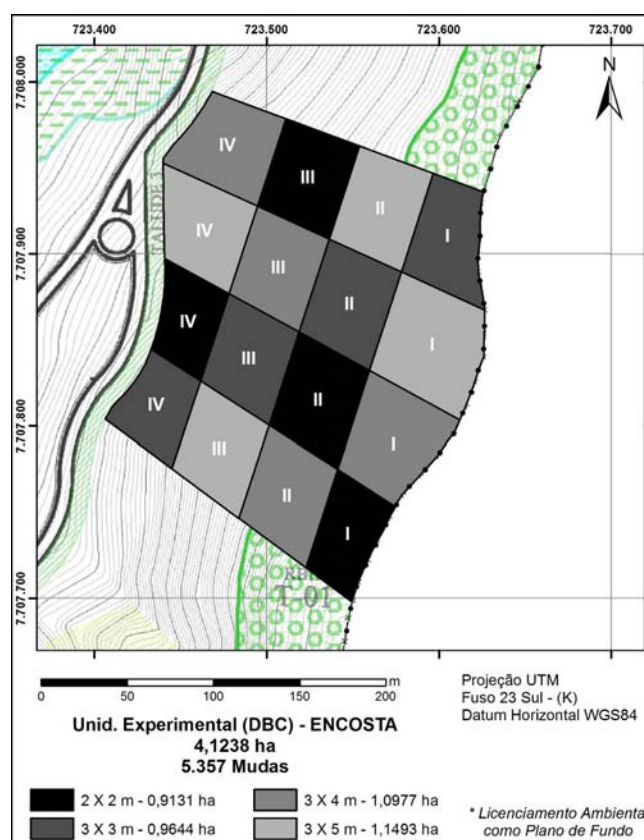


Figura 2: Delineamento experimental (DBC) da unidade demonstrativa e experimental da Encosta do Parque Tecnológico de Viçosa. Fonte: Paixão (2010).

Preparo da área, plantio e tratos culturais

Antes do plantio, foi feito o controle da matocompetição, eliminando as espécies vegetais herbáceas, subarborescentes, cipós e gramíneas, comuns em áreas de pastagem abandonada, ocorrentes na região da área de estudo.

O combate às formigas cortadeiras foi feito nas unidades demonstrativas e experimentais e em 30 m de seu entorno. Essa atividade ocorreu antes e durante o plantio, assim como na manutenção. Foram realizadas aplicações sistemáticas de isca granulada em 10m em 10m e nos carreiros localizados.

O plantio das mudas foi realizado de maneira aleatória, em covas com dimensões de 30 x 30 x 30 cm.

A adubação foi realizada em três momentos: durante o plantio, aplicando 200g de Fosfato Natural Reativo no fundo da cova; após o plantio, adicionando-se 150g Superfosfato Simples em covetas laterais; e durante a manutenção com duas adubações de cobertura anuais, aplicando-se 130g NPK (20-05-20) por muda.

A manutenção da área foi executada duas vezes por ano, tendo sido feitos controle de matocompetição, combate à formiga cortadeira, coroamento e adubação de cobertura (PAIXÃO, 2010).

Instalação de Parcelas Permanentes

No centro de cada uma das 16 parcelas (4 blocos x 4 espaçamentos), foram estabelecidas parcelas úteis permanentes para a amostragem das espécies. Cada parcela útil era composta por 64 mudas (8 linhas x 8 covas).

As espécies tiveram suas medidas de diâmetro ao nível do solo e altura mensuradas aos 18 meses. Além disto, calculou-se o índice de sobrevivência das espécies para os diferentes espaçamentos.

Os dados médios de sobrevivência, altura total e diâmetro ao nível do solo foram comparados pelo teste F da análise de variância (ANOVA).

4. Resultados e Discussão

Aos 18 meses, não houve diferença estatística significativa, pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade, da sobrevivência para os diferentes espaçamentos, indicando que os espaçamentos aplicados não afetaram a sobrevivência das espécies (Figura 3).

A mortalidade das plantas em todos os espaçamentos ficou acima de 10%, tido como valor de referência e ideal para áreas revegetadas (ALMEIDA, 2005). O maior percentual de mortalidade pode ser explicado pela elevada presença de *Brachiaria* spp., *Melinis minutiflora* e *Imperata brasiliensis* na área de plantio. O seu crescimento rápido e agressivo estabelece uma competição com as plantas por nutrientes, água e luz, além de possíveis efeitos alelopáticos sobre o crescimento das espécies, como observado por Souza et al. (2003), Toledo et al. (2003a e 2003b), Barbosa et al. (2008) e Holanda et al. (2010). Estes resultados mostram que deveria existir um maior número de manutenções a fim de combater essas gramíneas.

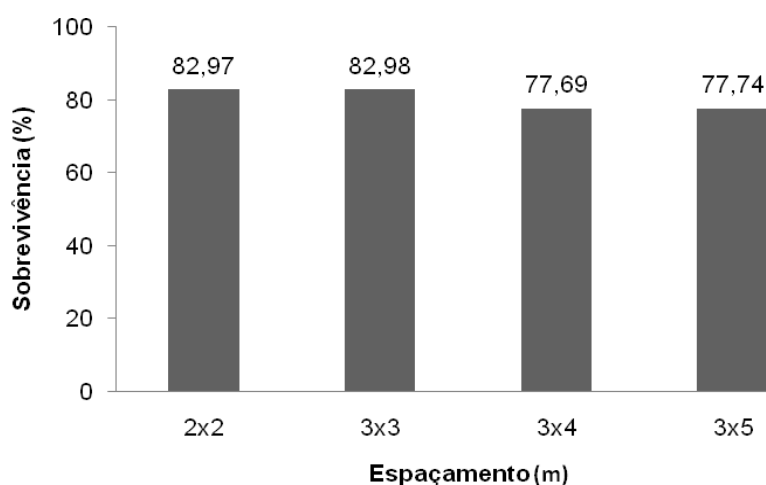


Figura 3: Porcentagem de sobrevivência das plantas aos 18 meses, no Parque Tecnológico de Viçosa para a Encosta, nos diferentes espaçamentos

Em relação ao diâmetro médio ao nível do solo, para a encosta, aos 18 meses, não houve diferença estatística significativa, pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade, para os diferentes espaçamentos (Tabela 4). Este resultado mostra que os espaçamentos aplicados para o estudo não afetaram o crescimento inicial do diâmetro ao nível do solo das plantas, pois ainda não há competição entre elas.

O diâmetro ao nível do solo é de importância na avaliação do potencial da plantas para sobrevivência e crescimento após o plantio (SOUZA, 2006). Segundo Carneiro (1983), plantas com maior diâmetro apresentam maior sobrevivência pela maior capacidade de formação e de crescimento de novas raízes.

As alturas médias das plantas também não diferiram estatisticamente. O mesmo ocorreu com o diâmetro do coleto, já que os espaçamentos não afetaram o crescimento inicial em altura das plantas, pois ainda não havia competição entre elas (Tabela 2).

Tabela 2: Médias do diâmetro ao nível do solo e altura total das espécies plantadas no Parque Tecnológico de Viçosa, aos 18 meses, para os diferentes espaçamentos

Espaçamento (m)	D.C. (mm)		Ht (cm)	
2x2	25,48	(±13,86)	120,73	(±52,70)
3x3	23,78	(±12,52)	120,42	(±51,92)
3x4	24,03	(±13,64)	112,83	(±51,00)
3x5	23,66	(±14,86)	112,99	(±48,84)
	P=0,417		P=0,150	

* Número entre parênteses – Desvio Padrão

Devido à distribuição das espécies nas covas ter sido realizada de maneira aleatória, percebeu-se que nas parcelas houve um domínio de seis espécies (50,24%): *Joannesia princeps* (14,30%), *Caesalpinia ferrea* (8,07%), *Plathymenia foliolosa* (8,07%), *Citharexylum myrianthum* (6,99%), *Platypodium elegans* (6,87%) e *Anadenanthera peregrina* (5,90%). Isso se deve à disponibilidade de mudas no viveiro do Instituto Estadual de Florestas (IEF) da região. No plantio, foram encontrados oito indivíduos que não foram identificados pela inexistência de folhas.

Na Tabela 3 são apresentados os dados do número de indivíduos, diâmetro do coleto e altura das espécies nativas amostradas

Tabela 3: Número de indivíduos (N), diâmetro ao nível do solo médio e altura média das espécies plantadas no Parque Tecnológico de Viçosa

Nome Científico	N	Diâmetro de Coleta (mm)		Altura (cm)	
<i>Adenantha pavonina</i>	1	18,72		143,00	
<i>Anadenantha peregrina</i>	49	20,57	(±11,89)	140,88	(±50,47)
<i>Apuleia leiocarpa</i>	34	14,97	(±10,76)	97,68	(±40,72)
<i>Caesalpinia ferrea</i>	67	15,49	(±6,22)	93,33	(±44,45)
<i>Cariniana legalis</i>	1	13,99		71,00	
<i>Cedrela fissilis</i>	15	33,64	(±11,29)	100,67	(±22,64)
<i>Centrolobium tomentosum</i>	23	24,28	(±7,23)	123,48	(±33,89)
<i>Chorisia speciosa</i>	14	27,38	(±7,84)	110,43	(±42,64)
<i>Citharexylum myrianthum</i>	58	24,19	(±8,52)	103,68	(±37,90)
<i>Colubrina glandulosa</i>	18	24,82	(±8,95)	144,33	(±46,77)
<i>Dalbergia nigra</i>	1	18,40		150,00	
<i>Eugenia</i> sp.	1	11,02		79,00	
<i>Euterpe edulis</i>	1	15,70		49,00	
<i>Genipa americana</i>	31	21,52	(±11,49)	89,94	(±22,93)
<i>Hevea brasiliensis</i>	1	19,23		154,00	
<i>Hymenaea courbaril</i>	16	14,49	(±11,53)	64,81	(±21,09)
<i>Inga laurina</i>	39	22,87	(±6,91)	118,74	(±31,40)
<i>Joannesia princeps</i>	119	33,22	(±12,63)	123,78	(±47,78)
Meliaceae	10	16,40	(±8,05)	64,40	(±23,43)
Não identificada	8	16,55	(±10,21)	72,63	(±48,56)
<i>Peltophorum dubium</i>	34	34,07	(±12,90)	132,91	(±37,00)
<i>Plathymenia foliolosa</i>	67	43,73	(±17,43)	173,82	(±46,72)
<i>Platypodium elegans</i>	57	20,19	(±8,20)	172,26	(±44,96)
<i>Psidium guajava</i>	23	15,55	(±4,73)	107,26	(±26,50)
<i>Samanea inopinata</i>	17	35,63	(±13,06)	137,18	(±45,16)
<i>Sapindus saponaria</i>	31	13,09	(±4,97)	65,74	(±30,32)
<i>Schinus molle</i>	21	18,88	(±8,13)	131,62	(±32,61)
<i>Senna multijuga</i>	1	29,00		161,00	
<i>Tabebuia avellaneda</i>	3	13,17	(±1,99)	111,33	(±24,79)
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	30	21,09	(±8,08)	69,60	(±27,22)
<i>Tabebuia serratifolia</i>	23	10,84	(±4,91)	69,09	(±35,62)
<i>Tapirira guianensis</i>	1	10,64		45,00	
<i>Zeyheria tuberculosa</i>	15	11,67	(±3,67)	76,70	(±29,86)

* Número entre parênteses – Desvio Padrão

As espécies *Adenantha pavonina*, *Cariniana legalis*, *Dalbergia nigra*, *Eugenia* sp., *Euterpe edulis*, *Hevea brasiliensis*, *Senna multijuga* e *Tapirira guianensis* apresentaram apenas um indivíduo em todas as parcelas úteis (Tabela 3).

Em relação ao diâmetro ao nível do solo, as espécies com maiores valores foram *Plathymentia foliolosa*, *Samanea inopinata*, *Peltophorum dubium*, *Cedrela fissilis* e *Joannesia princeps* (Tabela 3).

Tapirira guianensis, *Tabebuia serratifolia*, *Eugenia* sp., *Zeyheria tuberculosa* e *Sapindus saponaria* foram as espécies que obtiveram os menores diâmetros ao nível do solo.

Em relação à altura, as espécies que mais se destacaram foram *Plathymentia foliolosa*, *Platypodium elegans*, *Senna multijuga*, *Hevea brasiliensis* e *Dalbergia nigra* (Tabela 3).

Botelho et al. (1996), estudando o desenvolvimento inicial de espécies nativas na região sul de Minas Gerais, com espaçamento de 3,0 x 1,5 m, aos 15 e 27 meses, observaram que *Tabebuia serratifolia* foi a espécie que obteve menores valores de diâmetro ao nível do solo e altura e que a *Senna multijuga* apresentou um grande crescimento tanto em diâmetro ao nível do solo, quanto em altura.

Tapirira guianensis, *Euterpe edulis*, *Meliaceae*, *Hymenaea courbaril* e *Sapindus saponaria* foram as espécies que menos cresceram em altura. Lopes et al. (2001) observaram que a espécie *Hymenaea courbaril* obteve o menor crescimento em diâmetro e altura em um plantio para recuperação de área degradada no município de Ribeirão Vermelho, MG.

As espécies *Plathymentia foliolosa* e *Platypodium elegans* se destacaram tanto em relação ao diâmetro ao nível do solo, quanto em altura, indicando, assim, serem adequadas para a reflorestamento de áreas na região.

Já as espécies *Tapirira guianensis* e *Sapindus saponaria* figuraram entre os menores diâmetros e alturas. Segundo Holanda et al. (2010), a espécie *Tapirira guianensis* não apresentou desenvolvimento eficiente na recuperação de margens de cursos d'água, submetidas às adversidades relacionadas com movimentos de massa de solo no talude de um rio, no município de Propriá, SE.

As espécies pioneiras apresentaram, como esperado, maior crescimento em diâmetro, seguidas pelas secundárias iniciais, tardias e aquelas sem classificação (Figura 3). Melloto et. al. (2009), estudando o crescimento de espécies nativas em sistemas silvipastoris, em Campo Grande, MS, verificaram que espécies pioneiras obtiveram maiores diâmetros de coleta e alturas em relação às tardias, aos 16 meses após o plantio. Tal fato também foi observado

por Botelho et al. (1996), que verificaram diferenças no desenvolvimento das pioneiras comparadas com espécies clímax, aos 27 meses de plantio, às margens do reservatório da Usina Hidrelétrica de Camargos, no município de Itutinga, MG.

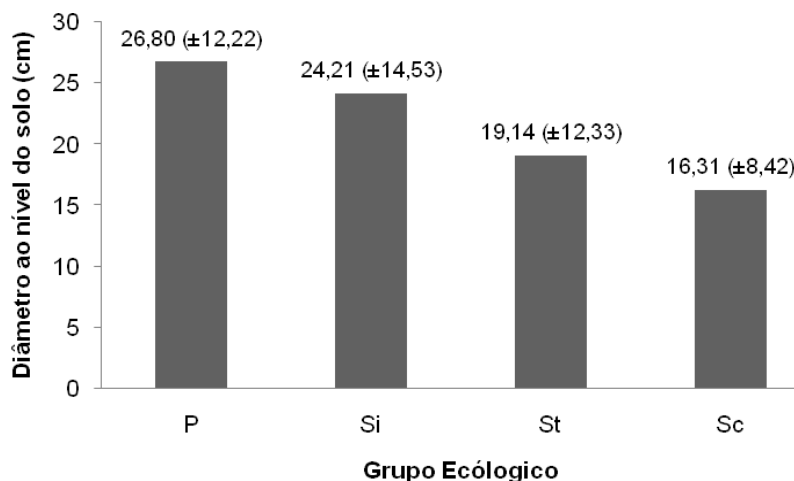


Figura 3: Diâmetro médio ao nível do solo por grupo ecológico.

Em relação à altura, as espécies secundárias iniciais obtiveram um destaque, com valor médio de 128,28 cm; seguidas pelas pioneiras, com 111,54 cm; secundárias tardias, com 82,77 cm; e por aquelas sem classificação, com 72,35 cm (Figura 4).

Essa combinação de espécies de diferentes grupos sucessionais é extremamente importante para projetos de reflorestamento, pois o grupo de espécies adaptadas às condições de maior luminosidade, pioneiras e secundárias iniciais, colonizou as áreas abertas, cresceu rapidamente, fornecendo o sombreamento necessário para o estabelecimento de espécies mais tardias na sucessão (MARTINS, 2001).

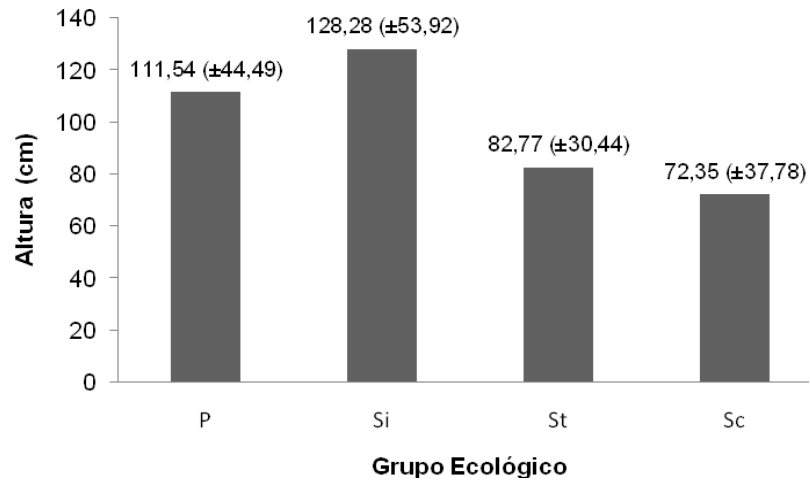


Figura 4: Altura média por grupo ecológico.

Além disso, estudos de sobrevivência e crescimento de plantas, agregados aos estudos de produção de mudas e tratos culturais, são de suma importância para as pesquisas relacionadas à fixação de carbono em florestas. Isto tem sido muito discutido no meio acadêmico e no mercado de carbono, tanto em relação à incerteza quanto à permanência do carbono estocado nas florestas, já que não se pode garantir que o carbono contido em uma floresta não vá voltar para a atmosfera devido a causas naturais ou antrópicas, como queimadas, alagamentos ou morte por matocompetição.

5. Conclusões

O índice de sobrevivência das espécies nativas foi, em média, de 80,35%, sendo, assim, um desafio em projetos de restauração, pois foi inferior àqueles considerados ideais para projetos de reflorestamento.

No estudo, as espécies *Plathymenia foliolosa* e *Platypodium elegans* são as que têm um maior potencial de estocagem de carbono, em função do seu maior crescimento em altura e diâmetro.

Como o espaçamento não afetou o crescimento inicial em altura e em diâmetro ao nível do solo, existe necessidade de um monitoramento periódico para a avaliação do seu efeito em idades mais avançadas.

Das espécies plantadas para a restauração florestal, apenas 33,33% são encontradas no fragmento florestal existente na área. Como as mudas foram cedidas pelo IEF, entende-se que o órgão deveria ter uma produção mais diversificada, abrangendo outras espécies indicadas para a região.

6. Referências Bibliográficas

AIDE, T. M.; ZIMMERMAN, J. K.; PASCARELLA, J. B.; RIVERA, L.; MARCANO VEGA, H. Forest regeneration in a chronosequence of tropical abandoned pastures: implications for restoration ecology. **Restoration Ecology**, v.8, n. 4, p. 328–338, dez. 2000.

ALMEIDA, R. O. P. O.; SÁNCHEZ, L. E. Revegetação de áreas de mineração: critérios de monitoramento e avaliação do desempenho. **Revista Árvore**, v. 29, n.1, p.47 - 54, 2005

BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Desenvolvimento inicial de seis espécies florestais nativas em dois sítios, na região sul de Minas Gerais. **Revista Cerne**, v.2, n.1, p.4-13, 1996.

BRUEL, B. O.; MARQUES, M. C. M.; BRITZ, R. M. Survival and growth of tree species under two direct seedling planting systems. **Restoration Ecology**, v.18, n.4, p. 414-417, jul. 2010.

CAMPOE, O. C.; STAPE, J. L.; MENDES J. C. T. Can intensive management accelerate the restoration of Brazil's Atlantic forests? **Forest Ecology and Management**. v.259, n. 9, p.1.808–1.814, abr. 2010.

CARNEIRO, J. G. A. Influência dos fatores ambientais e das técnicas de produção sobre o desenvolvimento de mudas florestais e a importância dos parâmetros que definem sua qualidade. In: SIMPÓSIO SOBRE FLORESTAS PLANTADAS NOS NEOTRÓPICOS COMO FONTE DE ENERGIA, 1983, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1983. p.10-24.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Manual de Capacitação sobre Mudança do Clima e Projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)** - Brasília, DF: 2008

FERRETTI, A. R.; BRITZ R. M. Ecological restoration, carbon sequestration and biodiversity conservation: The experience of the Society for Wildlife Research and Environmental Education (SPVS) in the Atlantic Rain Forest of Southern Brazil. **Journal for Nature Conservation**. v. 14, n. 3-4, p.249-259, set. 2006.

FRONDIZI, I. M. R. L., 2009. **O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo: guia de orientação** 2009. Rio de Janeiro: Imperial Novo Milênio. 131 p.

GANDOLFI, S.; LEITÃO-FILHO, H.F.; BEZERRA, C.L. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma Floresta Mesófila Semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v.55, n.4, p. 753-767, 1995.

HOLANDA, F. S. R.; GOMES, L. G. N.; ROCHA, I. P.; SANTOS, T. T.; ARAÚJO FILHO, R. N.; VIEIRA, T. R. S.; MESQUITA, J. B. Crescimento inicial de espécies florestais na recomposição da mata ciliar em taludes submetidos à técnica da bioengenharia de solos. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 1, p. 157-166, jan.-mar., 2010

KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D. V.; ENGEL, L.; GANDARA F. B. editores. **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. Botucatu Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais. 2003. 340p.

LEITÃO, F. H. M.; MARQUES, M. C. M.; CECCON, E. Young restored forests increase seedling recruitment in abandoned pastures in the Southern Atlantic rainforest. **Rev. Biol. Trop.**, v.58, n. 4, p. 1271-1282, dez. 2010.

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares**. Viçosa: Aprenda Fácil/Centro de Produções Técnicas, 2001. 146 p.

MELOTTO, A.; NICODEMO, M.L; BOCHESE, R. A.; LAURA V. A.; GONTIJO NETO, M. M.; SCHLEDER, D. D.; POTT, A.; SILVA, V. P. Sobrevivência e crescimento inicial em campo de espécies Florestais nativas do Brasil central indicadas para sistemas silvipastoris **Revista Árvore**, v.33, n.3, p.425-432, 2009

OLIVEIRA FILHO, A. T.. Estudos ecológicos da vegetação como subsídios para programas de revegetação com espécies nativas: uma proposta metodológica., **Revista Cerne**, v.1. n.1. p.64 – 72, 1994.

PAIXÃO; E. B. **Implantação de unidades demonstrativas e experimentais com plantações florestais em um parque tecnológico**. 2010. 113p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2010.

SCALON, S. de P. Q.; MUSSURY, R. M.; RIGONI, M. R.; SCALON FILHO, H. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob condição de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 27, n. 6, p.753-758, 2003

SOUZA, P. A.; VENTURIN, N.; MACEDO, R. L. G.; ALVARENGA, M. I. N.; SILVA, V. F. Estabelecimento de espécies arbóreas em recuperação de área degradada pela extração de areia. **Revista Cerne**, v.7, n.2, p.43-52, 2001

SOUZA, L. S.; VELINI, E. D.; MAIOMONI-RODELLA, R. C. S. Efeito alelopático de plantas daninhas e concentrações de capim – brachiária (*Brachiaria decumbens*) no desenvolvimento inicial do eucalipto (*Eucalyptus grandis*). **Planta Daninha**, v. 21, n. 3, p.343-354, dez. 2003.

SOUZA, C. A. M.; OLIVEIRA, R. B.; MARTINS FILHO, S.; LIMA, J. S. S. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. **Ciência Florestal**, v.16, n.3, p.243-249, 2006.

THOMLINSON, J. R., SERRANO, M. I.; LOPEZ, T. M.; T. AIDE, T. M.; ZIMMERMAN; J. K. Land-use dynamics in a post-agricultural Puerto Rican landscape (1936–1988). **Biotropica**, v.28, n. 4, p.525–536. 1996

TOLEDO, R. E. B.; VICTORIA FILHO, R.; BEZUTTE, A. J.; PITELLI, R. A.; ALVES, P. L. C. A.; VALLE, C. F.; ALVARENGA, S. F. Períodos de controle de *Brachiaria* sp e seus reflexos na produtividade de *Eucalyptus grandis*. **Scientia Forestalis**, n.64, p.221- 232, jun. 2003a.

TOLEDO, R. E. B.; VICTORIA FILHO, R.; ALVES, P. L. C. A.; PITELLI, R. A.; LOPES, M. A. F. Faixa de controle de plantas daninhas e seus reflexos no crescimento de plantas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, n. 64, p. 78-92, dez. 2003b.

UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change. Decision 11/CP. 7. Land use, land-use change and forestry. **Report of the Conference of the Parties on its seventh session, held at Marrakesh from 29 october to 10 november 2001**. Document FCCC/CP/2001/13/Add.1. Disponível em: <<http://unfccc.int/>>. Acesso em: 20 abr. 2011.

ZIMMERMAN, J. K.; PASCARELLA, J. B.; AIDE, T. M. Barriers to forest regeneration in an abandoned pasture in Puerto Rico. **Restoration Ecology**, v.8, n. 4, p. 350–360, dez. 2000.

ZUBA JUNIOR, G. R.; SAMPAIO, R. A.; PEREIRA, C. da M, PRATES, F. B. de S., FERNANDES, L. A.; ALVARENGA, I. C. A. Crescimento do jatobá e de leguminosas arbóreas em diferentes espaçamentos, em área degradada. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 4, p. 63-68, out.-dez., 2010

CAPÍTULO 4

ANÁLISE ECONÔMICA DAS ÁREAS FLORESTAIS DO PARQUE TECNOLÓGICO DE VIÇOSA COM ENFOQUE NA GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE CARBONO.

1. Introdução

O Protocolo de Quioto (1997), elaborado na 3ª Conferência das Partes (COP 3) da UNFCCC, pode ser considerado a principal medida efetiva tomada até o momento visando à redução da emissão dos GEE (Gases de Efeito Estufa). Segundo este Protocolo, os países desenvolvidos, denominados países do Anexo I, devem reduzir as emissões de GEE em 5,2% dos níveis observados em 1990, entre 2008 e 2012. Para facilitar o cumprimento deste compromisso, estes países podem utilizar mecanismos de flexibilização, sendo eles a Implementação Conjunta, Comércio de Emissões e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

O único mecanismo de flexibilização que permite a participação dos países em desenvolvimento (não Anexo I), como o Brasil, é o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Isto permite que países do Anexo I invistam em projetos de redução e remoção de GEEs nos países não Anexo I, obtendo-se, assim, as Reduções Certificadas de Emissões - RCEs (*Certified Emission Reductions - CERs*).

No mundo, existem 3.097 projetos de MDL registrados até 22 de maio de 2011, sendo que destes apenas 22 são de florestamento e reflorestamento (A/R) e promovem a remoção de 934.360 t CO_{2-e} ano⁻¹ (UNFCCC, 2011a). No Brasil, existem apenas dois projetos considerados de larga escala por possuírem remoção maior que 16.000 t CO_{2-e} ano⁻¹.

O primeiro projeto brasileiro de MDL florestal registrado na UNFCCC foi no estado de Minas Gerais e está relacionado com plantio de eucalipto para suprimento de madeira para uso industrial. A estimativa média de remoção do projeto foi de 75.783,10 t CO_{2-e} ano⁻¹, em uma área de 11.711,37 ha. O segundo projeto pretende reflorestar áreas ciliares com plantio de espécies nativas no estado de São Paulo. A estimativa de remoção do projeto é de 157.635,80 t CO_{2-e} ano⁻¹ em uma área de 13.939 ha.

Paralelamente ao mercado nos moldes de Quioto, surgiu o mercado de crédito voluntário, visando a atender à demanda de organizações e empresas que pretendem reduzir suas emissões além do mercado de cumprimento, sendo as principais entidades que normalizam este mercado a *Voluntary Carbon Standard (VCS)*, *California Action Reserve (CAR)*, *American Carbon Registry (ACR)*, *Chicago Climate Exchange (CCX)*, *Greenhouse Friendly* (LOPES, 2009; TOLEDO, 2010). Além disso, existem padrões que são complementares a esses mercados, pois não emitem certificados negociáveis de carbono, mas são usados para a contabilização de carbono do projeto. São eles: *Gold Standard (GS)*, *Climate Community and Biodiversity Alliance (CCBA)* (HAMILTON et al. 2010).

Segundo Hamilton et al. (2010), o florestamento e o reflorestamento foram responsáveis por 10% das transações em volume no mercado voluntário (4.253 kt CO_{2-e}); a Redução de Emissões do Desmatamento e Degradação (REDD), por 7% (2.846 kt CO_{2-e}); o manejo florestal, por 3% (1.349 kt CO_{2-e}); e os projetos com sistemas agroflorestais, por 1% (625 kt CO_{2-e}), em 2009.

Diante de um mercado crescimento, são necessários estudos de viabilidade econômica de diferentes tipos de plantios florestais, tanto de espécies nativas, quanto de exóticas, para tomadas de decisão sobre os investimentos.

2. Objetivo

Avaliar a viabilidade econômica de projeto de conservação florestal, restauração florestal, Sistemas Silvopastoris com eucalipto, cedro australiano e espécies nativas, com a inclusão de créditos de carbono.

3. Materiais e Métodos

3.1. Descrição da área de estudo

O estudo foi realizado no Parque Tecnológico de Viçosa, com coordenadas geográficas 42° 51' W e 20° 42' S, em Viçosa, Minas Gerais. Essa área possui um Fragmento Florestal (44,1 ha), restauração florestal (14,4 ha), Sistemas Silvopastoris com eucalipto (2,1 ha), com cedro australiano, (1,4 ha) e com espécies nativas (3,2 ha).

O clima local, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, tropical de altitude com verões quentes e chuvosos e invernos frios e secos. A temperatura máxima média e mínima média anual da região é de 26,1^oC e 14^oC, respectivamente. A precipitação média anual da região é de, aproximadamente, 1.341,2 mm, e a umidade relativa média anual, de 80% (OLIVEIRA JÚNIOR, 2005).

O relevo é predominantemente forte, ondulado e montanhoso. A topografia local é acidentada com vales estreitos e úmidos. Os solos predominantes nos topos e nas encostas das elevações são os Latossolos Vermelho Amarelo Álico e, nos terraços, o Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico (MEIRA NETO, 1997).

3.2. Estimativa de carbono e contabilização dos créditos de carbono

a) Fragmento florestal

O estoque de carbono para o Fragmento Florestal foi obtido por meio do estudo “Quantificação de biomassa e estocagem de carbono em uma Floresta Estacional Semidecidual Montana, presente no Parque Tecnológico de Viçosa”, apresentado no capítulo 2. Para os plantios florestais, foram realizadas prognoses por meio de default fornecido pelo IPCC (2003).

Pelo fato de as negociações no mercado de créditos de carbono serem efetuadas em função do CO₂ equivalente (CO_{2-e}), foi necessária a conversão do carbono em CO₂. De acordo com IPCC (2006), uma tonelada de carbono corresponde a 3,67 toneladas de CO_{2-e}, que é a razão entre o peso molecular do CO₂ e do carbono (44/12).

A estimativa do estoque de carbono e CO_{2-e} para o Fragmento Florestal pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1: Estoque de Carbono e CO_{2-e} para o Fragmento Florestal

	Estoque de Carbono (t ha⁻¹)	Estoque de CO_{2-e} (t ha⁻¹)
Carbono acima do solo	38,00	139,46
Carbono abaixo do solo	7,18	26,36
Sub-bosque	3,73	13,69
Serapilhiera	5,82	21,37
Total	54,74	200,88

Fonte: Dados do autor.

Para que um projeto seja enquadrado como de REDD, é necessário que a floresta esteja ameaçada pelo desmatamento ou degradação. Assim, criou-se uma situação hipotética em que o Fragmento Florestal existente no Parque Tecnológico de Viçosa se extinguiria em 30 anos, portanto, com uma taxa de desmatamento de 1,47 ha ano⁻¹. Entretanto, por meio das receitas advindas dos créditos de carbono, isso não aconteceria, caracterizando um projeto de REDD.

b) Plantios florestais

No Parque Tecnológico de Viçosa, foram implantadas oito unidades demonstrativas e experimentais (Tabela 2), sendo cinco áreas para restauração florestal (Encosta, Topo de Morro 1 e 2, Mata Ciliar 1 e 2) e três áreas com Sistemas Silvopastoris, sendo uma com eucalipto, outra com cedro australiano e a terceira com espécies nativas (*Anadenanthera peregrina*, *Piptadenia gonoacantha*, *Apuleia leiocarpa*, *Plathymenia foliolosa*, *Copaifera langsdorffii*, *Hymenaea courbaril*) (Tabela 2 e Figura 1).

Tabela 2: Área e espaçamento de plantio das unidades demonstrativas e experimentais do Parque Tecnológico de Viçosa

Unidades Demonstrativas e Experimentais	Área (ha)	Espaçamento de plantio (m)
Encosta	4,1238	2x2 ; 3x3; 3x4 ; 3x5
Mata Ciliar 1	1,8836	2x2 ; 3x3; 4x3 ; 5x3
Mata Ciliar 2	1,2955	3 x 3
Topo de Morro 1	2,4024	3 x 3
Topo de Morro 2	4,6894	2x2 ; 3x3 ; 3x4 ; 3x5
Sist. Silvipastoril com espécies nativas	3,1895	8x4
Sist. Silvipastoril com cedro australiano	1,4001	8x4
Sist. Silvipastoril com eucalipto	2,0855	8x4
TOTAL	21,0700	-

Fonte: Paixão (2010).

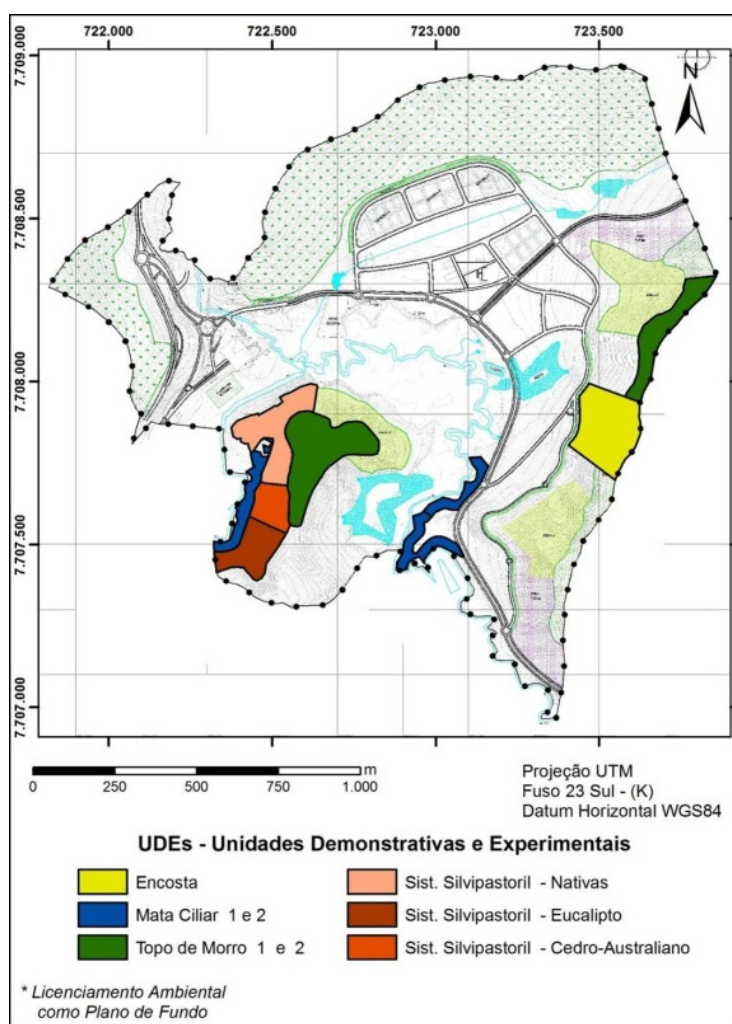


Figura 1: Unidades demonstrativas e experimentais com plantações florestais do Parque Tecnológico de Viçosa.

Fonte: Paixão (2010).

Para a Linha de Base dos plantios florestais, considerou-se uma pastagem degradada, que é a realidade da região da área de estudo. Para isso, foram utilizados os dados de Ribeiro (2007), em que o estoque de carbono na biomassa viva em pastagens foi de $0,42 \text{ t ha}^{-1}$.

b.1) Restauração florestal

Para o plantio de restauração florestal, utilizou-se incremento em volume do fuste de um projeto de carbono registrado pela UNFCCC, que reflorestou áreas ciliares com espécies nativas no estado de São Paulo (UNFCCC, 2011b). Para a conversão do volume em biomassa, usou-se um valor de $0,67 \text{ t m}^{-3}$, que corresponde à média das densidades das espécies plantadas. Utilizou-se um fator de expansão (BEF) de 1,5, que acrescenta ao modelo os volumes de outros componentes acima do solo, como galhos e folhas, conforme recomendado pelo IPCC (2003).

$$\text{AGB} = V * D * \text{BEF}$$

em que:

AGB = Biomassa acima do solo, em t;

V= Volume comercial, em $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$;

D = densidade média, em t m^{-3} ; e

BEF = Fator de expansão.

Para a biomassa abaixo do solo, utilizou-se uma equação proposta pelo IPCC (2003):

$$\text{BGB} = \exp(-1.085 + 0.9256 * \ln(\text{AGB}))$$

em que:

BGB = Biomassa abaixo do solo; e

AGB = Biomassa acima do solo.

O estoque de carbono fixado na biomassa foi estimado por meio da multiplicação dos valores de biomassa obtidos pelo fator 0,5, considerando que a biomassa seca é formada, em média, por 50 % de carbono (IPCC, 2003) (Tabela 3).

Por se tratar de projetos de pequena escala, não foram calculadas as emissões do projeto e as fugas.

Tabela 3: Estoque de Carbono, linha de base e CO_{2-e} acumulado para a restauração florestal

Ano	Carbono (t ha⁻¹)	Linha de Base(t ha⁻¹)	Ex-ante Carbono (t ha⁻¹)	Ex-ante CO_{2-e} (t ha⁻¹)
1	6,71	0,42	6,29	23,09
2	13,02	0,42	12,60	46,25
3	19,10	0,42	18,68	68,54
4	24,77	0,42	24,35	89,36
5	30,42	0,42	30,00	110,11
6	35,63	0,42	35,21	129,21
7	40,70	0,42	40,28	147,83
8	45,64	0,42	45,22	165,95
9	50,32	0,42	49,90	183,14
10	54,82	0,42	54,40	199,64
11	59,00	0,42	58,58	214,98
12	63,12	0,42	62,70	230,09
13	67,17	0,42	66,75	244,96
14	70,97	0,42	70,55	258,92
15	74,52	0,42	74,10	271,96
16	78,08	0,42	77,66	285,00
17	81,44	0,42	81,02	297,36
18	84,69	0,42	84,27	309,26
19	87,80	0,42	87,38	320,70
20	90,80	0,42	90,38	331,69
21	93,67	0,42	93,25	342,23
22	96,36	0,42	95,94	352,09
23	99,04	0,42	98,62	361,95
24	101,61	0,42	101,19	371,36
25	104,05	0,42	103,63	380,31
26	106,37	0,42	105,95	388,82
27	108,50	0,42	108,08	396,65
28	110,69	0,42	110,27	404,70
29	112,83	0,42	112,41	412,53
30	114,84	0,42	114,42	419,91

b.2.) Sistema Silvipastoril com eucalipto

Para o Sistema Silvipastoril com eucalipto, foram adaptados os dados encontrados por Tsukamoto Filho (2004), que avaliou um Sistema Silvipastoril, plantado no espaçamento 10 x 4 m, no município de Paracatu, MG, para encontrar o carbono estocado na pastagem manejada e no eucalipto (Tabela 4). Como se trata de uma cultura para fins comerciais, haveria a venda da madeira aos 15 e aos 30 anos após o plantio, com condução de rebrota.

Tabela 4: Estoque de Carbono, linha de base e CO_{2-e} acumulado para o Sistema Silvipastoril com eucalipto

Ano	Carbono (t ha ⁻¹)			Linha de Base	Ex-ante Carbono	Ex-ante CO _{2-e}
	Pasto	Plantio	Total			
1	3,71	3,81	7,52	0,42	7,10	26,04
2	3,71	15,93	19,64	0,42	19,22	70,52
3	3,71	27,25	30,96	0,42	30,54	112,09
4	3,71	37,17	40,88	0,42	40,46	148,49
5	3,71	45,63	49,34	0,42	48,92	179,53
6	3,71	52,82	56,53	0,42	56,11	205,93
7	3,71	59,25	62,96	0,42	62,54	229,51
8	3,71	65,21	68,92	0,42	68,50	251,40
9	3,71	70,76	74,47	0,42	74,05	271,77
10	3,71	75,91	79,62	0,42	79,20	290,68
11	3,71	80,68	84,39	0,42	83,97	308,15
12	3,71	85,06	88,77	0,42	88,35	324,23
13	3,71	89,07	92,78	0,42	92,36	338,94
14	3,71	92,72	96,43	0,42	96,01	352,34
15	3,71	96,02	99,73	0,42	99,31	364,45
16	3,71	3,81	7,52	0,42	7,10	26,04
17	3,71	15,93	19,64	0,42	19,22	70,52
18	3,71	27,25	30,96	0,42	30,54	112,09
19	3,71	37,17	40,88	0,42	40,46	148,49
20	3,71	45,63	49,34	0,42	48,92	179,53
21	3,71	52,82	56,53	0,42	56,11	205,93
22	3,71	59,25	62,96	0,42	62,54	229,51
23	3,71	65,21	68,92	0,42	68,50	251,40
24	3,71	70,76	74,47	0,42	74,05	271,77
25	3,71	75,91	79,62	0,42	79,20	290,68
26	3,71	80,68	84,39	0,42	83,97	308,15
27	3,71	85,06	88,77	0,42	88,35	324,23
28	3,71	89,07	92,78	0,42	92,36	338,94
29	3,71	92,72	96,43	0,42	96,01	352,34
30	3,71	96,02	99,73	0,42	99,31	364,45

b.3.) Sistema Silvipastoril com cedro australiano

A estocagem de carbono do Sistema Silvipastoril com cedro australiano foi calculado por meio de um incremento em volume do fuste de 18 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ (MÜLLER, 2004), uma densidade básica da madeira de 0,57 (PINHEIRO et al., 2003) e um BEF de 1,2 (IPCC, 2003). Para a biomassa abaixo do solo, utilizou-se a mesma fórmula descrita para a restauração florestal. Foram utilizados os dados de Tsukamoto Filho (2004) para os dados de pastagem

manejada. Como se trata de uma cultura para fins comerciais, haveria a venda da madeira aos 15 e aos 30 anos após o plantio (Tabela 5).

Tabela 5: Estoque de Carbono, linha de base e CO_{2-e} acumulado para o Sistema Silvopastoril com cedro australiano

Ano	Carbono (t ha ⁻¹)			Linha de Base	Ex-ante Carbono	Ex-ante CO _{2-e}
	Pasto	Plantio	Total			
1	3,71	1,97	5,68	0,42	5,26	19,31
2	3,71	3,90	7,61	0,42	7,19	26,38
3	3,71	5,81	9,52	0,42	9,10	33,38
4	3,71	7,70	11,41	0,42	10,99	40,35
5	3,71	9,60	13,31	0,42	12,89	47,29
6	3,71	11,48	15,19	0,42	14,77	54,21
7	3,71	13,36	17,07	0,42	16,65	61,11
8	3,71	15,24	18,95	0,42	18,53	68,00
9	3,71	17,11	20,82	0,42	20,40	74,87
10	3,71	18,98	22,69	0,42	22,27	81,74
11	3,71	20,85	24,56	0,42	24,14	88,59
12	3,71	22,71	26,42	0,42	26,00	95,43
13	3,71	24,58	28,29	0,42	27,87	102,27
14	3,71	26,44	30,15	0,42	29,73	109,10
15	3,71	28,30	32,01	0,42	31,59	115,92
16	3,71	1,97	5,68	0,42	5,26	19,31
17	3,71	3,90	7,61	0,42	7,19	26,38
18	3,71	5,81	9,52	0,42	9,10	33,38
19	3,71	7,70	11,41	0,42	10,99	40,35
20	3,71	9,60	13,31	0,42	12,89	47,29
21	3,71	11,48	15,19	0,42	14,77	54,21
22	3,71	13,36	17,07	0,42	16,65	61,11
23	3,71	15,24	18,95	0,42	18,53	68,00
24	3,71	17,11	20,82	0,42	20,40	74,87
25	3,71	18,98	22,69	0,42	22,27	81,74
26	3,71	20,85	24,56	0,42	24,14	88,59
27	3,71	22,71	26,42	0,42	26,00	95,43
28	3,71	24,58	28,29	0,42	27,87	102,27
29	3,71	26,44	30,15	0,42	29,73	109,10
30	3,71	28,30	32,01	0,42	31,59	115,92

b.4.) Sistema Silvopastoril com espécies nativas

Para o Sistema Silvopastoril com espécies nativas, foram calculados os mesmos parâmetros descritos anteriormente no Sistema Silvopastoril com cedro australiano, cujo resultado é apresentado na Tabela 6.

Tabela 6: Estoque de Carbono, linha de base e CO_{2-e} acumulado para o Sistema Silvopastoril com espécies nativas

Ano	Carbono (t ha ⁻¹)			Linha de Base	Ex-ante Carbono	Ex-ante CO _{2-e}
	Pasto	Plantio	Total			
1	3,71	1,85	5,56	0,42	5,14	18,86
2	3,71	3,65	7,36	0,42	6,94	25,47
3	3,71	5,44	9,15	0,42	8,73	32,03
4	3,71	7,22	10,93	0,42	10,51	38,55
5	3,71	8,99	12,70	0,42	12,28	45,05
6	3,71	10,75	14,46	0,42	14,04	51,53
7	3,71	12,51	16,22	0,42	15,80	57,99
8	3,71	14,27	17,98	0,42	17,56	64,43
9	3,71	16,02	19,73	0,42	19,31	70,87
10	3,71	17,77	21,48	0,42	21,06	77,29
11	3,71	19,52	23,23	0,42	22,81	83,70
12	3,71	21,26	24,97	0,42	24,55	90,11
13	3,71	23,01	26,72	0,42	26,30	96,51
14	3,71	24,75	28,46	0,42	28,04	102,90
15	3,71	26,49	30,20	0,42	29,78	109,28
16	3,71	28,22	31,93	0,42	31,51	115,65
17	3,71	29,96	33,67	0,42	33,25	122,02
18	3,71	31,69	35,40	0,42	34,98	128,39
19	3,71	33,43	37,14	0,42	36,72	134,75
20	3,71	35,16	38,87	0,42	38,45	141,11
21	3,71	36,89	40,60	0,42	40,18	147,46
22	3,71	38,62	42,33	0,42	41,91	153,80
23	3,71	40,35	44,06	0,42	43,64	160,14
24	3,71	42,07	45,78	0,42	45,36	166,48
25	3,71	43,80	47,51	0,42	47,09	172,82
26	3,71	45,52	49,23	0,42	48,81	179,15
27	3,71	47,25	50,96	0,42	50,54	185,48
28	3,71	48,97	52,68	0,42	52,26	191,80
29	3,71	50,69	54,40	0,42	53,98	198,12
30	3,71	52,42	56,13	0,42	55,71	204,44

3.3. Avaliação da Viabilidade Econômica do Projeto

A análise da viabilidade econômica foi realizada baseada em três cenários, descritos a seguir.

- Venda dos créditos de carbono: Para este mercado, foi contemplada apenas a estocagem de carbono na restauração florestal e no projeto de REDD. Na análise econômica, foram considerados os custos de elaboração de um projeto de créditos de carbono, oportunidade da terra, plantio e demais custos de implantação e manutenção de uma floresta

(RIBEIRO, 2007). Para o REDD, foram utilizados somente os custos com elaboração de projeto de créditos de carbono e o custo de oportunidade da terra. Por se tratar de uma situação hipotética, não foram considerados os custos de proteção da floresta contra o desmatamento e degradação.

- Venda da madeira e dos créditos de carbono: Para este mercado, foram contempladas a estocagem de carbono nos Sistemas Silvopastoris e a venda de madeira. A análise econômica foi realizada considerando os custos de elaboração de um projeto de créditos de carbono, oportunidade da terra, plantio e demais custos de implantação e manutenção de uma floresta (RIBEIRO, 2007).
- Venda da madeira: Para este mercado, foi considerada apenas a venda de madeira nos Sistemas Silvopastoris. A análise econômica foi realizada considerando os custos de oportunidade da terra, plantio e demais custos de implantação e manutenção de uma floresta (RIBEIRO, 2007). Não foi considerada a venda da madeira, pois a área é destinada à restauração florestal.

3.4. Fluxo de caixa e taxa de desconto

Todos os custos e receitas incidentes no projeto foram ordenados anualmente em um fluxo de caixa. Esses valores foram obtidos de forma direta e através de pesquisas de mercado para um horizonte de planejamento de trinta anos. A taxa de desconto aplicada foi de 10% ao ano. Optou-se por esta taxa por ser bastante utilizada em análises de projetos florestais e, também, por ser recomendada pelo Centro de Estudos Integrados sobre o Meio Ambiente e Mudanças Climáticas do Ministério do Meio Ambiente no documento que trata dos critérios de elegibilidade e indicadores de sustentabilidade para a avaliação de projetos candidatos ao MDL (MMA, 2002; COTTA, 2006)

3.5. Custos

Para determinação dos custos de implantação e manutenção, foram coletadas informações junto ao projeto de restauração florestal do Parque Tecnológico de Viçosa, cujas atividades são descritas a seguir, conforme Paixão (2010).

Implantação Florestal

- Atividades: cercamento, limpeza e preparo do solo, coveamento, combate às formigas cortadeiras, adubação e plantio das mudas.
- Insumos: mudas, formicida, fosfato natural reativo, superfosfato simples, NPK (20, 5, 20).

Manutenção anual da floresta

- Atividades: Combate às formigas cortadeiras, limpeza de aceiros e roçada/capina.

O custo de oportunidade da terra (R\$ 300,00 ha/ano) foi obtido através de pesquisas de preço na região do estudo. Nos Sistemas Silvopastoris, não foi considerado o custo com a compra do gado.

Para definição dos custos para obtenção dos créditos de carbono, foram avaliados os preços de elaboração do Documento de Concepção do Projeto (DCP), Validação, Aprovação, Registro, Monitoramento, Verificação e Registro. Segundo o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (2008), o custo de elaboração do DCP varia entre US\$15.000,00 e US\$50.000,00, a validação entre US\$10.000,00 e US\$40.000,00, o registro US\$5.000,00 e US\$30.000,00, o monitoramento entre US\$5.000,00 e US\$10.000,00, a primeira verificação entre US\$15.000,00 e US\$25.000,00 e as verificações posteriores custam US\$15.000,00. Não há custos com a aprovação e para a emissão dos créditos, existe uma taxa de administração da *Executive Board* (EB) de US\$0,10/RCE, nos primeiros 15.000 RCEs por ano, e US\$ 0,20 para cada RCEs adicional, até o máximo de US\$ 350.000,00, e uma Contribuição ao Fundo de Adaptação de 2% das RCEs emitidas. Para este trabalho, foram usados os valores máximos propostos por esse órgão, pois projetos florestais são mais onerosos se comparados com outros projetos para geração de créditos.

3.6. Receita

As receitas foram aquelas provenientes da venda dos créditos de carbono e da venda da madeira de eucalipto, cedro australiano e das espécies nativas nos Sistemas Silvipastoris.

A venda da madeira aconteceria aos 15 e aos 30 anos de plantio, considerando o preço da madeira de eucalipto a valores de R\$ 200,00 m⁻³ (Ciflorestas, 2011) e para o cedro australiano de R\$ 700,00 m⁻³ (PINHEIRO et al., 2003). No sistema silvipastoril com nativas, foram considerados o preço da madeira igual a R\$ 500,00 m⁻³ e a venda ocorrendo no trigésimo ano de plantio. A madeira seria vendida “em pé”, desconsiderando, assim, o custo com a colheita. Nos Sistemas Silvipastoris, não foi considerada a venda do gado.

Para os projetos de reflorestamentos e REDD, foi considerada a venda dos créditos a cada 5 anos, logo após a verificação e emissão, e o preço usado foi de US\$4,60 t CO_{2-e} (HAMILTON et al., 2010).

3.7. Viabilidade econômica

Para avaliar, especificamente, o indicador de viabilidade econômica do projeto, foram utilizados os seguintes critérios:

a) Valor Presente Líquido – VPL

O Valor Presente Líquido é definido como a soma algébrica dos valores descontados do fluxo de caixa a ele associado, conforme apresentado na equação 1. Um projeto será economicamente viável se seu VPL for positivo para determinada taxa de juros (SILVA et al., 2005).

$$VPL = \sum_{j=0}^n R_j(1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j(1+i)^{-j} \quad (1)$$

em que:

VPL= valor presente líquido;

R_j = receita no ano j;

C_j = custo no ano j;

i= taxa de desconto;

j = período de ocorrência do custo ou da receita; e

n = duração do projeto em anos.

b) Taxa Interna de Retorno – TIR

A Taxa Interna de Retorno de um projeto é a taxa anual de retorno do capital investido, tendo a propriedade de ser a taxa de desconto que iguala o valor atual das receitas futuras ao valor atual dos custos futuros do projeto, ou seja, é a taxa na qual o VPL é zero, conforme apresentado na equação 2 (SILVA et al., 2005).

$$\sum_{j=0}^n R_j(1+i)^{-j} = \sum_{j=0}^n C_j(1+i)^{-j} \quad (2)$$

em que:

R_j = receita no ano j ;

C_j = custo no ano j ;

i = taxa de desconto;

j = período de ocorrência do custo ou da receita; e

n = duração do projeto em anos.

c) Valor Anual Equivalente – VAE

Este critério transforma o valor atual do projeto em fluxos de receitas ou custos periódicos contínuos, equivalentes ao valor atual, durante a vida útil do projeto, conforme apresentado na equação 3 (SILVA et al., 2005).

$$VAE = \frac{VPL * i}{[1 - (1+i)^{-n}]} \quad (3)$$

em que:

VAE = valor anual equivalente;

VPL = valor presente líquido;

i = taxa de desconto; e

n = duração do projeto em anos

4. Resultados e Discussão

4.1. Fluxo de Caixa

4.1.1. Cenário de venda dos créditos de carbono por meio do REDD

Para que o projeto de REDD, na área de estudo, não ultrapasse os limites de tamanho de projetos de pequena escala, 16.000 t CO₂-e. ano⁻¹, seria necessária uma área de 2.389,47 ha. Optou-se por projeto de pequena escala, devido à realidade da região, com pequenas propriedades e áreas florestais fragmentadas.

O fluxo de caixa simplificado (Tabela 7) mostra os custos no primeiro ano, referentes à elaboração do DCP, validação e registro, e a cada cinco anos existem custos referentes ao monitoramento, verificação e emissão dos créditos de carbono. Anualmente, existem custos relacionados à oportunidade da terra. Em contrapartida, há uma adição da receita a cada cinco anos, referente à venda dos créditos de carbono.

Tabela 7: Fluxo de Caixa para de REDD no Parque Tecnológico de Viçosa

Ano	Custos (R\$ ha ⁻¹)	Receita (R\$ ha ⁻¹)	Resultado Líquido (R\$ ha ⁻¹)
1	380,85	0,00	-380,85
2	300,00	0,00	-300,00
3	300,00	0,00	-300,00
4	300,00	0,00	-300,00
5	333,93	247,95	-85,98
6	300,00	0,00	-300,00
7	300,00	0,00	-300,00
8	300,00	0,00	-300,00
9	300,00	0,00	-300,00
10	327,19	247,95	-79,24
11	300,00	0,00	-300,00
12	300,00	0,00	-300,00
13	300,00	0,00	-300,00
14	300,00	0,00	-300,00

Continua...

Tabela7, Cont.

Ano	Custos (R\$ ha ⁻¹)	Receita (R\$ ha ⁻¹)	Resultado Líquido (R\$ ha ⁻¹)
15	327,19	247,95	-79,24
16	300,00	0,00	-300,00
17	300,00	0,00	-300,00
18	300,00	0,00	-300,00
19	300,00	0,00	-300,00
20	327,19	247,95	-79,24
21	300,00	0,00	-300,00
22	300,00	0,00	-300,00
23	300,00	0,00	-300,00
24	300,00	0,00	-300,00
25	327,19	247,95	-79,24
26	300,00	0,00	-300,00
27	300,00	0,00	-300,00
28	300,00	0,00	-300,00
29	300,00	0,00	-300,00
30	327,19	247,95	-79,24

4.1.2. Restauração florestal

O plantio de restauração florestal tem uma estocagem anual média de carbono igual 14,00 t CO_{2-e} ha⁻¹. Para alcançar um valor que não ultrapasse os limites de projeto de pequena escala, seria necessária uma área de 1.143,10 ha.

O fluxo de caixa simplificado (Tabela 8) mostra os custos do projeto de carbono no primeiro ano, referindo-se à elaboração do DCP, validação e registro, como acontece com os custos do REDD, e a cada cinco anos os custos referentes ao monitoramento, verificação e emissão dos créditos de carbono. Os custos da floresta referem-se àqueles de cercamento, implantação, manutenção e o valor da terra. Porém, o projeto tem uma adição de receita a cada cinco anos, referente à venda dos créditos de carbono.

Tabela 8: Fluxo de Caixa para a restauração florestal no Parque Tecnológico de Viçosa

Ano	Custos (R\$ ha ⁻¹)			Receita (R\$ ha ⁻¹)	Resultado Líquido (R\$ ha ⁻¹)
	Floresta	Projeto Carbono	Subtotal	Projeto Carbono	
1	7.181,35	169,01	7.350,36	0,00	-7.350,36
2	1.505,47	0,00	1.505,47	0,00	-1.505,47
3	362,00	0,00	362,00	0,00	-362,00
4	362,00	0,00	362,00	0,00	-362,00
5	362,00	49,30	439,48	815,48	376,00

Continua...

Tabela 8, Cont.

Ano	Custos (R\$ ha ⁻¹)			Receita (R\$ ha ⁻¹)	Resultado Líquido (R\$ ha ⁻¹)
	Floresta	Projeto Carbono	Subtotal	Projeto Carbono	
6	362,00	0,00	362,00	0,00	-362,00
7	362,00	0,00	362,00	0,00	-362,00
8	362,00	0,00	362,00	0,00	-362,00
9	362,00	0,00	362,00	0,00	-362,00
10	362,00	35,21	425,29	663,03	237,75
11	362,00	0,00	362,00	0,00	-362,00
12	362,00	0,00	362,00	0,00	-362,00
13	362,00	0,00	362,00	0,00	-362,00
14	362,00	0,00	362,00	0,00	-362,00
15	362,00	35,21	425,09	535,64	110,55
16	362,00	0,00	362,00	0,00	-362,00
17	362,00	0,00	362,00	0,00	-362,00
18	362,00	0,00	362,00	0,00	-362,00
19	362,00	0,00	362,00	0,00	-362,00
20	362,00	35,21	424,96	442,37	17,41
21	362,00	0,00	362,00	0,00	-362,00
22	362,00	0,00	362,00	0,00	-362,00
23	362,00	0,00	362,00	0,00	-362,00
24	362,00	0,00	362,00	0,00	-362,00
25	362,00	35,21	424,87	360,08	-64,79
26	362,00	0,00	362,00	0,00	-362,00
27	362,00	0,00	362,00	0,00	-362,00
28	362,00	0,00	362,00	0,00	-362,00
29	362,00	0,00	362,00	0,00	-362,00
30	362,00	35,21	424,80	293,25	-131,54

4.1.3. Sistema Silvipastoril com espécies nativas

Para o Sistema Silvipastoril com espécies nativas, a estocagem anual média de carbono é igual 6,81 t CO_{2-e} ha⁻¹. Para alcançar um valor que não ultrapasse os limites de projeto de pequena escala, seria necessária uma área de 2.347,88 ha.

O fluxo de caixa simplificado (Tabela 9) apresenta os custos no primeiro ano, referentes ao cercamento e implantação do plantio, e nesse mesmo ano são adicionados os custos com a elaboração do DCP, validação e registro. A cada cinco anos, existem custos referentes ao monitoramento, verificação e emissão dos créditos de carbono. Porém, o projeto tem uma adição de receita a cada cinco anos referente à venda dos créditos de carbono e outra elevada, aos 30 anos, com a venda da madeira.

Tabela 9: Fluxo de Caixa para o plantio do Sistema Silvopastoril com espécies nativas no Parque Tecnológico de Viçosa

Ano	Custos (R\$ ha ⁻¹)			Receita (R\$ ha ⁻¹)			Resultado Líquido (R\$ ha ⁻¹)
	Floresta	Projeto Carbono	Subtotal	Floresta	Projeto Carbono	Subtotal	
1	4.288,84	82,29	4.371,12	0,00	0,00	0,00	-4.371,12
2	1.505,47	0,00	1.505,47	0,00	0,00	0,00	-1.505,47
3	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
4	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
5	362,00	37,93	399,93	0,00	333,66	333,66	-66,27
6	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
7	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
8	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
9	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
10	362,00	27,11	389,11	0,00	238,76	238,76	-150,35
11	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
12	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
13	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
14	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
15	362,00	27,03	389,03	0,00	236,89	236,89	-152,14
16	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
17	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
18	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
19	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
20	362,00	26,98	388,98	0,00	235,72	235,72	-153,27
21	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
22	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
23	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
24	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
25	362,00	26,95	388,95	0,00	234,86	234,86	-154,09
26	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
27	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
28	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
29	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
30	362,00	26,92	388,92	180.090,62	234,19	180.324,81	179.935,89

4.1.4. Sistema Silvopastoril com eucalipto

O Sistema Silvopastoril com eucalipto tem uma estocagem anual média de carbono igual 24,30 tCO_{2-e} ha⁻¹. Para alcançar um valor que não ultrapasse os limites de projeto de pequena escala, seria necessária uma área de 658,53 ha.

O fluxo de caixa simplificado (Tabela 10) apresenta os custos no primeiro ano, referentes ao cercamento e implantação do plantio e, nesse mesmo ano, são adicionados os custos com a elaboração do DCP, validação e

registro. A cada cinco anos, existem custos referentes ao monitoramento, verificação e emissão dos créditos de carbono. Todavia, no vigésimo ano não houve esses custos, devido à estocagem negativa relativa ao corte da madeira aos 15 anos. Para esse mesmo ano, não houve custos de implantação do plantio, pois se estabeleceu a rebrota do eucalipto. As receitas foram advindas da venda da madeira de eucalipto usada para serraria e, também, de uma adição de receita a cada cinco anos, referente à venda dos créditos de carbono.

Tabela 10: Fluxo de Caixa para o Sistema Silvipastoril com Eucalipto no Parque Tecnológico de Viçosa

Ano	Custos (R\$ ha ⁻¹)			Receita (R\$ ha ⁻¹)			Resultado Líquido (R\$ ha ⁻¹)
	Floresta	Projeto Carbono	Subtotal	Floresta	Projeto Carbono	Subtotal	
1	3.942,02	293,38	4.235,41	0,00	0,00	0,00	-4.235,41
2	1.505,47	0,00	1.505,47	0,00	0,00	0,00	-1.505,47
3	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
4	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
5	362,00	141,07	503,07	0,00	1.329,62	1.329,62	826,55
6	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
7	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
8	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
9	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
10	362,00	95,48	457,48	0,00	823,12	823,12	365,64
11	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
12	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
13	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
14	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
15	362,00	83,93	445,93	71.978,18	546,37	72.524,55	72.078,63
16	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
17	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
18	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
19	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
20	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
21	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
22	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
23	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
24	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
25	362,00	95,48	457,48	0,00	823,12	823,12	365,64
26	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
27	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
28	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
29	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
30	362,00	83,93	445,93	71.978,18	546,37	72.524,55	72.078,63

4.1.5. Sistema Silvipastoril com cedro australiano

Para o Sistema Silvipastoril com cedro australiano, a estocagem anual média de carbono é igual 7,73 tCO_{2-e}ha⁻¹. Para alcançar um valor que não ultrapasse os limites de projeto de pequena escala, seria necessária uma área de 2.070,35 ha.

O fluxo de caixa simplificado (Tabela 11) apresenta os custos no primeiro ano relacionados com o cercamento e implantação, e aos 15 anos, referentes à nova implantação do cedro. A cada cinco anos, existem custos referentes ao monitoramento, verificação e emissão dos créditos de carbono. Como acontece no Sistema Silvipastoril, não houve custos no vigésimo ano, devido à estocagem negativa relativa ao corte da madeira aos 15 anos. As receitas foram advindas da venda da madeira de cedro australiano para serraria, aos 15 e 30 anos, e também houve uma adição de receita a cada cinco anos, referente à venda dos créditos de carbono.

Tabela 11: Fluxo de Caixa para o plantio do Sistema Silvipastoril com cedro australiano no Parque Tecnológico de Viçosa

Ano	Custos (R\$ ha ⁻¹)			Receita (R\$ ha ⁻¹)			Resultado Líquido (R\$ ha ⁻¹)
	Floresta	Projeto Carbono	Subtotal	Floresta	Projeto Carbono	Subtotal	
1	3.973,39	93,32	4.066,70	0,00	0,00	0,00	-4.066,70
2	1.505,47	0,00	1.505,47	0,00	0,00	0,00	-1.505,47
3	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
4	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
5	362,00	41,84	403,84	0,00	350,22	350,22	-53,62
6	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
7	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
8	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
9	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
10	362,00	30,09	392,09	0,00	255,12	255,12	-136,97
11	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
12	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
13	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
14	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
15	2.106,03	30,01	2.136,04	46.166,70	253,18	46.419,88	44.283,84
16	1.505,47	0,00	1.505,47	0,00	0,00	0,00	-1.505,47
17	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
18	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
19	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
20	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
21	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
22	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00

Continua...

Tabela 11, Cont.

Ano	Custos (R\$ ha ⁻¹)			Receita (R\$ ha ⁻¹)			Resultado Líquido (R\$ ha ⁻¹)
	Floresta	Projeto Carbono	Subtotal	Floresta	Projeto Carbono	Subtotal	
23	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
24	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
25	362,00	30,09	392,09	0,00	255,12	255,12	-136,97
26	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
27	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
28	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
29	362,00	0,00	362,00	0,00	0,00	0,00	-362,00
30	362,00	30,01	392,01	46.166,70	253,18	46.419,88	46.027,87

4.2. Análise Econômica

Os cenários de conservação florestal (REDD) e de restauração florestal não foram economicamente viáveis pelos critérios analisados, sob um taxa de desconto de 10% ao ano e um período de 30 anos (Tabela 12). No projeto de conservação florestal, isso pode ser explicado pelo fato de a receita advinda a cada cinco anos dos créditos de carbono ser menor que a taxa de oportunidade da terra, e no caso do plantio de restauração florestal, não existir a venda de madeira. Além disto, com o preço do crédito igual a US\$ 4,60, não se obtém a receita necessária para que projeto se torne viável.

Para que os projetos de conservação e restauração florestal sejam economicamente viáveis, os preços dos créditos de carbono teriam que ser superiores a US\$ 35,42 e US\$ 49,46, respectivamente. Para projetos de Florestamento/Reflorestamento, esse preço, no cenário do mercado atual, é impraticável. Os preços do carbono florestal geralmente são menores que outros tipos de projetos em função da temporariedade dos créditos e da incerteza quanto à permanência do carbono estocado nas florestas, já que não se pode garantir que o carbono contido em uma floresta não vá voltar para a atmosfera devido a causas naturais ou antrópicas.

Em todos os cenários estudados, a inclusão dos créditos de carbono proporcionou um aumento no VPL, VAE e TIR (Tabela 12). Em termos percentuais, os créditos elevaram o VPL e VAE em 10,26%, 13,81%, 12,65%; 6,96% e 5,20%, no REDD, restauração florestal, Sistema Silvipastoril com espécies nativas, eucalipto e cedro australiano, respectivamente.

Tabela 12: Análise econômica para os diferentes cenários, considerando o custo da terra.

Cenário		VPL (R\$ ha ⁻¹)	VAE (R\$ ha ⁻¹ ano ⁻¹)	TIR (%)
Conservação Florestal (REDD)	Sem créditos de carbono	-2.828,07	-300,00	-
	Com os créditos de carbono	-2.564,89	-272,08	-
Restauração florestal	Sem créditos de carbono	-10.556,96	-1.119,87	-
	Com créditos de carbono	-9.842,93	-1.044,13	-
Sistema Silvipastoril com espécies nativas	Sem créditos de carbono	2.393,33	253,88	11,14
	Com créditos de carbono	2.696,08	286,00	11,29
Sistema Silvipastoril com eucalipto	Sem créditos de carbono	13.743,85	1.457,94	18,96
	Com créditos de carbono	14.700,04	1.559,37	19,63
Sistema Silvipastoril com cedro australiano	Sem créditos de carbono	5.390,69	571,84	14,52
	Com créditos de carbono	5.671,08	601,58	14,75

Em relação à TIR, o Sistema Silvipastoril com espécies nativas obteve um aumento de 1,35%, com eucalipto de 3,53% e com cedro australiano de 1,58%.

O cenário que obteve melhores valores de VPL, VAE e TIR, com a inclusão dos créditos de carbono, foi o Sistema Silvipastoril com Eucalipto. Segundo Bernadino e Garcia (2009), os Sistemas Silvipastoris são mais eficientes no processo de fixação de carbono atmosférico em comparação com monocultivos florestais e pastagens de forma isolada.

Nos cenários em que não foram economicamente viáveis conservação e restauração florestal, as áreas destinadas a esses fins não podem ter outros usos por se tratar de uma obrigação legal. Porém, como no Brasil isto não é uma prática comum, é possível pleitear projetos de créditos de carbono.

Nesse sentido, nessas áreas foram elaboradas análises econômicas sem o custo da terra, tendo o projeto de REDD obtido um VPL de R\$ 263,19 ha⁻¹; o VAE, de R\$ 27,92 ha⁻¹ ano⁻¹; e o TIR, de 35,80%. No projeto de restauração florestal, o VPL e o VAE foram, respectivamente, de R\$ -6.982,91

ha⁻¹ e R\$ -740,74 ha⁻¹ ano⁻¹ (TABELA 13). Em termos percentuais, os créditos elevaram o VPL e o VAE em 10,68% para o cenário de restauração florestal.

Tabela 13: Análise econômica para os cenários conservação e restauração florestal, desconsiderando o custo da terra.

Cenário		VPL (R\$ ha ⁻¹)	VAE (R\$ ha ⁻¹ ano ⁻¹)	TIR (%)
Conservação Florestal (REDD)	Sem créditos de carbono	0,00	0,00	-
	Com os créditos de carbono	263,19	27,92	35,80
Restauração florestal	Sem créditos de carbono	-7.728,89	-819,87	-
	Com créditos de carbono	-6.982,91	-740,74	-

Uma alternativa para que projetos de pequena escala de créditos de carbono sejam aceitos pela UNFCCC é a união entre diversas propriedades para a realização de um único projeto. Isso já acontece em alguns países como Índia, Bolívia e Paraguai, por exemplo, (UNFCCC, 2011c), onde, com ajuda e incentivo internacional, pequenas propriedades se juntaram e pleitearam os créditos.

Para incentivar projetos de reflorestamento, principalmente de espécies nativas, é necessário um avanço nas questões políticas e também de cunho científico. O governo tem que melhorar programas como o Promata, em que, além de doação de mudas e insumos, existe a ajuda de técnicos para que a recuperação das áreas seja feita de maneira efetiva. As Instituições de Pesquisa também têm um importante papel neste contexto, gerando informações de crescimento e produção, além de estudos em acúmulo de carbono, principalmente para espécies nativas.

5. Conclusões

A viabilidade econômica de projetos de carbono na modalidade REDD (Redução das Emissões pelo Desmatamento e Degradação) mostra que este mecanismo pode contribuir para a conservação da Mata Atlântica. Ressalta-se que, além de trazer os benefícios relacionados à estocagem de carbono, outros tipos de serviços ambientais são mantidos pela conservação florestal.

Os créditos de carbono podem viabilizar economicamente a conservação de florestas e aumentar a lucratividade de projetos silvipastoris. Por outro lado, não são suficientes para viabilizar sozinhos a restauração florestal, servindo apenas como uma diminuição de custos para aqueles produtores que são obrigados por lei ou que voluntariamente recuperarem áreas de suas propriedades.

Projetos de créditos de carbono ainda não são acessíveis às pequenas propriedades em função dos seus custos. A organização em associações e cooperativas poderá ser uma saída para viabilizar projetos para pequenos produtores.

6. Referências Bibliográficas

BERNARDINO, F. S.; GARCIA, R. Sistemas Silvopastoris. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n.60, p.77-87, 2009.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Manual de Capacitação sobre Mudança do Clima e Projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)** - Brasília, DF: 2008

CIFlorestas - Centro de Inteligência em Florestas. **Cotações**. Disponível em: <<http://www.ciflorestas.com.br/cotacoes.php>>. Acesso em: 21 maio. 2011.

COTTA, M. K.; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R.; PAIVA H. N.; VIRGENS FILHO, A. C.; SILVA, M. L. Análise Econômica do Consórcio Seringueira-Cacau para Geração de Certificados de Emissões Reduzidas. **Revista Árvore**, v.30, n.6, p. 969-979, 2006.

HAMILTON, K SJARDIN M.; PETERS-STANLEY M.; MARCELLO T. **State of the Voluntary Carbon Markets 2010**. Ecosystem Marketplace & Bloomberg New Energy Finance. 129 p., 2010.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry**. Japan: Institute for Global Environmental Strategies (IGES), 2003.

LOPES, P. **Review of Forestry Carbon Standards - Development of a tool for organizations to identify the most appropriate forestry carbon credit**. 2009. 114 p. (Magister Scientific) - Imperial College London, Faculty of Natural Sciences - Centre for Environmental Policy, 2009.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Critérios de elegibilidade e indicadores de sustentabilidade para avaliação de projetos que contribuam para a mitigação das mudanças climáticas e para a promoção do desenvolvimento sustentável**. Brasília: 2002. 42 p.

MEIRA NETO, J. A. A.; MARTINS, F. R. Composição florística de uma floresta estacional semidecidual montana no município de Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 437-446, 2002.

MÜLLER, J. S. **Sistemas agroflorestais com café (*Coffea arabica* L.) e cedro australiano (*Toona Ciliata* N. Roem. Var. *australis* (F. Muell.)**

Bahadur) na Zona da Mata de Minas Gerais). 2004, 61 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004.

OLIVEIRA JUNIOR, J. C. **Precipitação efetiva em floresta estacional semidecidual na reserva Mata do Paraíso, Viçosa, Minas Gerais.** 2005. 72p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.

PAIXÃO, E. B. **Implantação de unidades demonstrativas e experimentais com plantações florestais em um parque tecnológico.** 2010. 113p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2010.

PINHEIRO, A. L.; LANI, L. L.; COUTO, L. **Cultura do cedro australiano para produção de madeira serrada.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 42p.

RIBEIRO, S. C. **Quantificação do estoque de biomassa e análise econômica da implementação de projetos visando à geração de créditos de carbono em pastagem, capoeira e floresta primária.** 2007, 128 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

SILVA, M. L.; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R. **Economia florestal.** Viçosa: Editora UFV, 2005. 178 p.

TSUKAMOTO; FILHO, A. A. **Fixação de carbono em um sistema agroflorestal com eucalipto na região do cerrado de Minas Gerais.** 2003, 112 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE – UNFCCC. **CDM in numbers.** Disponível em: <<http://cdm.unfccc.int/Statistics/index.html>>. Acesso em: 22 maio 2011a.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE – UNFCCC. **Project 3887: AES Tietê Afforestation/Reforestation Project in the State of São Paulo, Brazil.** Disponível em: <<http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/SGS-UKL1280399804.71/view>>. Acesso em: 22 agosto 2011b.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE – UNFCCC. **Project Cycle Search.** Disponível em: <<http://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html>>. Acesso em: 22 maio 2011c.

CONCLUSÕES GERAIS

Com bases nos trabalhos desenvolvidos nesta dissertação, são apresentadas as seguintes conclusões:

Em função de a metodologia do IPCC subestimar o carbono estocado nas florestas, é necessário ajustar equações para cada fitofisionomia a fim de obter estimativas mais precisas.

Os estudos sobre sobrevivência e crescimento das espécies podem servir para diminuir as incertezas relacionadas aos projetos florestais e, com isso, incrementar sua inserção no mercado de carbono.

As estimativas e métodos utilizados no trabalho servem de subsídio para elaboração de projetos de créditos de carbono, tanto para o mercado Quioto, quanto para o Voluntário.

Para que pequenas propriedades sejam inseridas em projetos de créditos de carbono, é necessária sua organização em cooperativas e/ou associações.