

SABINA CERRUTO RIBEIRO

**QUANTIFICAÇÃO DO ESTOQUE DE BIOMASSA E ANÁLISE
ECONÔMICA DA IMPLEMENTAÇÃO DE PROJETOS VISANDO A
GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE CARBONO EM PASTAGEM, CAPOEIRA E
FLORESTA PRIMÁRIA**

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
2007

SABINA CERRUTO RIBEIRO

**QUANTIFICAÇÃO DO ESTOQUE DE BIOMASSA E ANÁLISE
ECONÔMICA DA IMPLEMENTAÇÃO DE PROJETOS VISANDO A
GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE CARBONO EM PASTAGEM, CAPOEIRA E
FLORESTA PRIMÁRIA**

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: 16 de julho de 2007.

Prof. Carlos Pedro Boechat Soares
(Co-Orientador)

Prof. Sebastião Venâncio Martins
(Co-Orientador)

Prof. Agostinho Lopes de Souza

Dra. Áurea M. B. Nardelli

Prof. Laércio Antônio Gonçalves Jacovine
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, por meio do Departamento de Engenharia Florestal (DEF), por todo o apoio, treinamento e estrutura proporcionada.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo suporte financeiro sob a forma de concessão de bolsa de mestrado.

Ao Professor Laércio Antônio Gonçalves Jacovine, por toda a orientação, confiança, credibilidade, incentivo e amizade a mim dispensados.

Ao Professor Carlos Pedro Boechat Soares, pela orientação e, acima de tudo, pelo incentivo, segurança e amizade.

Ao Professor Sebastião Venâncio Martins, pela orientação e amizade.

Ao Professor Márcio Lopes da Silva pelas valiosas sugestões, principalmente referentes à análise econômica.

Ao Professor Benedito Rocha Vital por ter disponibilizado o Laboratório de Painéis e Energia da Madeira para as análises necessárias.

Ao Pedro Frederico, Verônica Andersen e Ademir, pelo auxílio na obtenção das densidades básicas da madeira.

Ao Márcio e Laurindo, funcionários da Silvicultura, por todo o auxílio e amizade dispensados durante a coleta de dados no campo.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Florestal, por todo o auxílio nos momentos de necessidade.

Aos meus pais, por todos os ensinamentos, dedicação, amor e apoio dados durante essa caminhada.

À minha amada irmã Carol, por todo o amor e amizade sempre presentes.

Ao meu amor Fernando Augusto Schmidt, por estar presente em minha vida, e por toda a paciência, dedicação, carinho e amizade.

Aos meus queridos amigos de república Sustanis Horn Kunz, Ednaldo Cândido Rocha, Cíntia Delgado da Silva e Daniel Stefanello, por toda a amizade e companheirismo, que tornaram minha vida aqui mais feliz.

À minha querida amiga Tahmineh, por toda a amizade e carinho.

À Dona Terezinha e familiares, pela hospitalidade dada após os trabalhos de campo.

Enfim, a todos os amigos que estão presentes e ausentes em Viçosa, mas que de alguma forma contribuíram para a execução desse trabalho. Vocês moram em meu coração.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
INTRODUÇÃO GERAL	1

CAPÍTULO 1

REVISÃO DE LITERATURA

1. O efeito estufa e o aquecimento global	5
1.1. A física da mudança climática	5
1.2. Conseqüências das mudanças climáticas	6
1.3. Estrutura institucional da questão climática	7
1.4. O Protocolo de Quioto	9
1.5. O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo	10
1.5.1. Etapas de um projeto de MDL	12
1.6. Mercado de créditos de carbono	13
1.7. Uso da terra, mudança no uso da terra e florestas	15
1.7.1. Geração de créditos de carbono em LULUCF	16
1.7.2. A conservação florestal	17
2. As florestas e a estocagem de carbono	17
3. O bioma da Mata Atlântica e o balanço de carbono	19
3.1. Breve histórico do desmatamento na Mata Atlântica	20
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

CAPÍTULO 2

QUANTIFICAÇÃO DE BIOMASSA E DO CARBONO ESTOCADO EM UMA PASTAGEM E EM DOIS ESTÁDIOS SUCESSIONAIS DA MATA ATLÂNTICA

RESUMO	28
1. INTRODUÇÃO	30
2. MATERIAL E MÉTODOS	31
2.1. Descrição da área de estudo	31
2.2. Caracterização das principais espécies florestais do fragmento	33
2.3. Coleta de dados quantitativos	33
2.3.1. Floresta primária e capoeira	33
2.3.2. Pastagem	34
2.4. Estimativa dos parâmetros quantitativos	35
2.5. Quantificação da biomassa	37
2.5.1. Fragmento florestal	37
2.5.2. Pastagem	39
2.6. Estimativa do carbono fixado na biomassa	39
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
3.1. Caracterização das principais espécies florestais do fragmento	40
3.1.1. Floresta Primária	40
3.1.2. Capoeira	41
3.2. Estimativa dos parâmetros quantitativos	42
3.2.1. Estrutura paramétrica	43
3.2.2. Parâmetros populacionais	45

3.3. Quantificação da biomassa e do estoque de carbono na floresta	49
3.3.1. Floresta primária	49
3.3.2. Capoeira	52
3.3.3. Pastagem	55
3.4. Gradiente de carbono ao longo da sucessão florestal.....	56
4. CONCLUSÕES	59
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60

CAPÍTULO 3

ANÁLISE ECONÔMICA DA IMPLEMENTAÇÃO DE PROJETOS FLORESTAIS PARA A GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE CARBONO

RESUMO	66
1. INTRODUÇÃO	68
2. MATERIAL E MÉTODOS	69
2.1. Descrição da área de estudo	69
2.2. Cenários avaliados	69
2.3. Estimativa do estoque de carbono.....	70
2.4. Quantificação dos créditos de carbono gerados (CCs)	71
2.5. Fluxo de caixa	72
2.5.1. Custos.....	72
2.6. Taxa de desconto.....	75
2.7. Análise econômica	75
2.7.1. Valor Presente Líquido (VPL)	75
2.7.2. Valor Anual Equivalente (VAE).....	76
2.7.3. Taxa Interna de Retorno (TIR).....	76
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	77
3.1. Quantificação das Créditos de Carbono gerados (CC)	77
3.2. Fluxo de caixa	78
3.2.1. Florestamento/reflorestamento com espécies nativas e venda antecipada dos créditos (FRVA).....	78
3.2.2. Florestamento/reflorestamento com espécies nativas e venda dos créditos de carbono ao longo dos anos (FRVL)	78
3.2.3. Capoeira com venda antecipada (C)	79
3.2.4. Floresta primária (FP)	80
3.2.5. Floresta primária com serviços ambientais (FPSA).....	81
3.3. Análise econômica	82
3.3.1. Florestamento/reflorestamento com espécies nativas e venda antecipada dos créditos (FRVA).....	82
3.3.2. Florestamento/reflorestamento com espécies nativas e venda dos créditos de carbono ao longo dos anos (FRVL)	83
3.3.3. Capoeira com venda antecipada (C)	84
3.3.4. Floresta primária (FP)	86
3.3.5. Floresta primária com serviços ambientais (FPSA).....	87
4. CONCLUSÕES	92
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	94
CONCLUSÕES GERAIS	98
ANEXOS	100
ANEXO 1.....	101
ANEXO 2.....	115

ANEXO 3.....	117
ANEXO 4.....	120
ANEXO 5.....	123
ANEXO 6.....	125
ANEXO 7.....	127

RESUMO

RIBEIRO, Sabina Cerruto, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2007.
Quantificação do estoque de biomassa e análise econômica da implementação de projetos visando a geração de créditos de carbono em pastagem, capoeira e floresta primária. Orientador: Laércio Antônio Gonçalves Jacovine. Co-Orientadores: Carlos Pedro Boechat Soares e Sebastião Venâncio Martins.

A carência de estudos no bioma Mata Atlântica, relacionados à quantificação da biomassa e carbono fixado, e o aumento da demanda de projetos no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, motivou a execução desse estudo, cujo objetivo foi quantificar a biomassa e o estoque de carbono em um fragmento florestal de Mata Atlântica, assim como avaliar a viabilidade econômica de cinco cenários (Florestamento/reflorestamento com espécies nativas e venda antecipada dos créditos - FRVA, Florestamento/reflorestamento com espécies nativas e venda dos créditos de carbono ao longo dos anos - FRVL, Capoeira com venda antecipada - C, Floresta primária - FP e Floresta primária com serviços ambientais - FPSA), considerando-se a geração de créditos de carbono. A quantificação da biomassa e do estoque de carbono foi realizada no Sítio Bom Sucesso, em um fragmento florestal conhecido na região como “Mata do Seu Nico”, localizado no município de Viçosa. Essas estimativas foram obtidas para os fustes da floresta primária e capoeira, localizados no fragmento florestal, e para a pastagem a ele circundante. A quantificação da biomassa do fuste sem casca na floresta primária e capoeira foi feita pelo método não-destrutivo por meio do uso de uma densidade média das espécies de maior valor de importância. A biomassa da pastagem foi quantificada pelo método direto por meio da coleta do material localizado a 5 cm acima do solo. A conversão da biomassa em carbono se deu pela adoção de um fator 0,5 e a contabilização dos Créditos de Carbono (CCs) gerados por um fator 3,67. Após a contabilização dos CCs, procedeu-se à análise econômica, para um horizonte de planejamento de 30 anos. Os critérios econômicos utilizados foram o Valor Presente Líquido (VPL), o Valor Anual Equivalente (VAE) e a Taxa Interna de Retorno (TIR). O preço da tonelada de $\text{CO}_{2(\text{eq})}$ foi de US\$ 10,90.t CO_2^{-1} (mercado Quioto) ou US\$ 3,25.t CO_2^{-1} (mercado paralelo à Quioto), dependendo do cenário se enquadrar ou não nas regras do Protocolo de Quioto. Verificou-se que o estoque de carbono da floresta primária e capoeira foi de $83,34 \pm 37,29 \text{ tC.ha}^{-1}$ e $10,81 \pm 4,68 \text{ tC.ha}^{-1}$, respectivamente. Na

pastagem obteve-se um estoque de carbono médio de $0,42 \pm 0,18 \text{ tC.ha}^{-1}$. Pelos resultados infere-se que o sítio analisado possui potencial de estocagem de carbono e de geração de créditos de carbono. A análise econômica demonstrou que no caso do FRVA e FP, os cenários foram economicamente viáveis, enquanto que os cenários FRVL, C e FPSA foram economicamente inviáveis. Os recursos a fundo perdido representaram uma alternativa para a viabilização econômica do cenário C. As estimativas apresentadas podem vir a ser usadas como referência para a predição da variação do estoque de carbono ao longo da sucessão florestal em diferentes idades e dar subsídios para a elaboração mais segura de projetos que venham a pleitear sua aprovação no âmbito do MDL ou em mercados paralelos às regras oficiais de Quioto, como a Bolsa do Clima de Chicago.

ABSTRACT

RIBEIRO, Sabina Cerruto, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2007.
Biomass stock estimation and economic analysis of implementation of projects seeking carbon credit generation in pastures, secondary and primary forests. Adviser: Laércio Antônio Gonçalves Jacovine. Co-Advisers: Carlos Pedro Boechat Soares and Sebastião Venâncio Martins.

The lack of studies on quantification of biomass and sequestered carbon in the Atlantic Forest biome and the increasing demand for Clean Development Mechanism (CDM) projects motivated the execution of this study, aiming at quantifying the biomass and carbon stock of an Atlantic Forest fragment and evaluating the economic viability of five scenarios (Afforestation/reforestation with native species and early sale of credits - FRVA, Afforestation/reforestation with native species and sale of carbon credits along the years - FRVL, secondary forest (capoeira) with early sale - C, primary forest - FP and primary forest with environmental services - FPSA), considering carbon credit generation. Quantification of biomass and carbon stock was carried out at Bom Sucesso Farm, in a forest fragment known in the area as "Mata do Seu Nico", municipal district of Viçosa. The estimates were obtained for stems of the primary and secondary forests within the forest fragment, and also for the pasture surrounding it. The quantification of biomass of stem without bark in the primary and secondary forests was carried out by the non-destructive method using an average density of species with higher importance value. Pasture biomass was quantified by the direct method using material collected 5 cm above the ground. Conversion of biomass into carbon was obtained by using a 0.5 factor, and the estimation of the generated Carbon Credits (CCs) by a 3.67 factor. After the estimation of CCs, the economic analysis was performed for a 30-year horizon plan. The economic criteria included: Net Present Value (VPL), Equivalent Annual Value (VAE), and Internal Rate of Return (TIR). The price of a CO_{2(eq)} ton was US\$ 10.90.tCO₂⁻¹ (Kyoto market) or US\$ 3.25.tCO₂⁻¹ (market parallel to Kyoto), depending on whether the scenario complies or not with the Kyoto Protocol. The carbon stocks of the primary and secondary forests were 83.34 ± 37.29 tC.ha⁻¹ and 10.81 ± 4.68 tC.ha⁻¹, respectively. The average carbon stock of pasture was 0.42 ± 0.18 tC.ha⁻¹. The results indicate that the analyzed farm has potential for carbon sequestration and generation of carbon credits. The economic analysis showed that

the scenarios FRVA and FP were economically viable, whereas the scenarios FRVL, C and FPSA were economically unviable. No-return funding represented an alternative for making scenario C economically feasible. The presented estimates can be used as reference to predict carbon stock variation along forest succession at different ages and assist in a safer design of projects that seek approval from the ambit of CDM or from markets parallel to the Kyoto Protocol, such as the Chicago Climate Exchange.

INTRODUÇÃO GERAL

O aumento da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera terrestre, provenientes de atividades antrópicas, tem levado à intensificação do efeito estufa natural e, em consequência, às mudanças climáticas globais. Fenômenos como temperaturas extremas, secas, inundações e furacões tem sido observados cada vez com maior frequência em todo o globo em regiões nas quais não costumavam ocorrer.

Apesar das mudanças climáticas globais já serem estudadas por cientistas desde o início do século XX, apenas na década de 80 é que elas foram inseridas na agenda política internacional. A criação do Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (*Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC*), em 1988, e a entrada em vigor na Convenção Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima – CQNUMC (*United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC*), em 1994, foram marcos, pois representaram os primeiros passos dados na busca pelo melhor entendimento da questão climática e na proposição de reduções de emissões de gases de efeito estufa em nível global.

A partir de 1995 deram-se início as Conferências das Partes (*Conferences of the Parties - COP*), que é o órgão supremo de tomada de decisão da CQNUMC, e cujas reuniões ocorrem anualmente. Dentre todas as COPs que ocorreram, a de maior destaque foi a COP 3, em 1997, pois foi quando se deu a elaboração do Protocolo de Quioto, que entrou em vigor apenas em fevereiro de 2005.

O Protocolo de Quioto prevê que as emissões de gases de efeito estufa sejam reduzidas, em média, a 5,2% abaixo dos níveis de 1990 (ano de inventário dos gases), no período de 2008 a 2012, que corresponde ao primeiro período de compromisso. Os países que ratificaram o Protocolo foram divididos em países (Partes) Anexo I, que correspondem aos países desenvolvidos, e países não-Anexo I, nos quais estão inclusos os países em desenvolvimento. No primeiro período de compromisso, apenas os países do Anexo I possuem metas de redução de emissão.

Objetivando-se facilitar o cumprimento das metas de redução das emissões dos países do Anexo I, o Protocolo de Quioto trouxe como inovação os mecanismos de flexibilização, que possibilitam que a redução ou remoção das emissões de gases de efeito estufa possam ser realizadas além de suas fronteiras nacionais. Esses mecanismos englobam o Comércio de Emissões, a Implementação Conjunta e o

Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Dentre eles, apenas o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo permite a participação de países do não-Anexo I, como o Brasil.

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL (*Clean Development Mechanism - CDM*) é uma proposta brasileira que prevê que um país do Anexo I poderá implementar um projeto em um país do não-Anexo I, como forma de gerar créditos de carbono, que poderão ser usados diretamente para abater suas metas ou negociados no mercado de créditos de carbono. A participação em um projeto no MDL está sujeita a alguns critérios de elegibilidade, tais como promover o desenvolvimento sustentável do país hospedeiro e contribuir para o objetivo final da CQNUMC. No primeiro período de compromisso, na categoria de projetos de remoção de emissões, apenas o florestamento e reflorestamento são atividades consideradas elegíveis.

Nesse contexto, as florestas têm sua importância destacada já que elas constituem o maior reservatório de carbono de todos os ecossistemas terrestres e funcionam, em muitos casos, como sumidouros de carbono, o que corrobora com a sua inclusão em projetos no MDL. Entretanto, a fim de que se possa avaliar o potencial para a geração de créditos de carbono, é de fundamental importância que se proceda à quantificação do carbono estocado nas florestas.

A quantificação do carbono fixado na biomassa florestal é uma ferramenta geradora de dados primários de informação, que podem vir a ser usados na proposição de projetos no âmbito do MDL.

Em vista do exposto e da carência de estudos de fixação de carbono em florestas nativas pertencentes ao bioma Mata Atlântica, o presente trabalho teve como objetivo estimar o estoque de carbono na biomassa de um fragmento florestal no domínio da Mata Atlântica, assim como analisar a viabilidade econômica da implementação de projetos florestais para a geração de créditos de carbono.

Para uma melhor apresentação do trabalho, a dissertação foi estruturada em três capítulos, conforme apresentado a seguir:

Capítulo 1: “Revisão de Literatura”, no qual foram abordados aspectos relacionados ao aquecimento global, políticas relacionadas às mudanças climáticas e estoque de carbono em florestas.

Capítulo 2: “Quantificação de biomassa e do carbono estocado em uma pastagem e em dois estádios sucessionais da Mata Atlântica”, com ênfase na quantificação da biomassa e do estoque de carbono, em um fragmento florestal pertencente ao bioma Mata Atlântica e na pastagem a ele circundante.

Capítulo 3: “Análise econômica da implementação de projetos florestais para a geração de créditos de carbono”, no qual se avaliou a viabilidade econômica de cinco cenários: Florestamento/reflorestamento com espécies nativas e venda antecipada dos créditos - FRVA, Florestamento/reflorestamento com espécies nativas e venda dos créditos de carbono ao longo dos anos - FRVL, Capoeira com venda antecipada - C, Floresta primária - FP e Floresta primária com serviços ambientais - FPSA. Para isso, estimaram-se os principais custos e receitas, assim como se procedeu à análise econômica dos cinco cenários, considerando-se diferentes valores de venda do crédito de carbono, ano da venda e o pagamento pelo serviço ambiental do estoque de carbono na biomassa arbórea florestal.

CAPÍTULO 1

REVISÃO DE LITERATURA

1. O efeito estufa e o aquecimento global

1.1. A física da mudança climática

A atmosfera é uma camada de gases formada, principalmente, por nitrogênio (78,09%), oxigênio (20,95%), argônio (0,93%) e dióxido de carbono (0,03%), além de traços de outros gases como hélio, metano, óxido de nitrogênio, entre outros. O metano, o óxido nítrico e o dióxido de carbono são alguns dos gases considerados de efeito estufa, cujas propriedades radiativas têm sido objeto de intenso estudo atualmente (Khandekar et al., 2005). Esses gases, juntamente com as nuvens, possibilitam a ocorrência do efeito estufa natural, responsável por manter a superfície terrestre cerca de 30 °C mais aquecida do que na ausência desse fenômeno (UNFCCC, 2007a).

O efeito estufa natural tem início com a energia solar, principalmente sob a forma de luz, que chega à Terra. Desta, cerca de 30% é refletida de volta para o espaço, pela atmosfera, enquanto o restante chega até a superfície terrestre aquecendo-a. A superfície terrestre, por sua vez, reflete a energia solar recebida sob a forma de radiação infravermelha ou calor. Parte do infravermelho é refletido de volta para a Terra por Gases de Efeito Estufa (GEE) presentes naturalmente na atmosfera, como o dióxido de carbono (CO₂). Os raios infravermelhos, que são ondas longas, são absorvidos pelos GEE que, diferentemente dos demais gases, possuem moléculas capazes de absorvê-los. Essas moléculas, após absorverem os raios infravermelhos, redirecionam-os em muitas direções. Parte da energia vai para o espaço, mas parte é refletida de volta para a Terra aquecendo-a ainda mais (UNFCCC, 2007a).

O efeito estufa é necessário para a manutenção da vida na Terra, entretanto, a sua intensificação tem preocupado a sociedade, em virtude do aumento significativo das temperaturas e da ocorrência de certos fenômenos climáticos com maior frequência, os quais são resultantes da maior concentração de GEE na atmosfera, oriundos de atividades antrópicas.

Dentre os GEE, o dióxido de carbono (CO₂) é o que apresenta maior parcela de contribuição no aquecimento global, pois é responsável por 55% do total de emissões de GEE na atmosfera (Scarpinella, 2002). Sua concentração, durante o

período entre 1750 e 2005, aumentou de 280 partes por milhão (ppm) para 379 ppm, sendo as emissões advindas, principalmente, do uso de combustíveis fósseis e da mudança do uso da terra, numa proporção menor. O metano (CH₄), na mesma escala de tempo anteriormente citada, teve um aumento da sua concentração de 715 partes por bilhão (ppb) para 1.774 ppb, tendo como principais fontes a agricultura e o uso de combustíveis fósseis, e apresenta potencial de aquecimento 21 vezes maior do que o CO₂. O óxido nitroso (NO₂), por sua vez, apresentou um aumento da concentração de 270 ppb, em 1750, para 319 ppb, em 2005. Mais de um terço de todas as suas emissões advém de fontes antropogênicas, principalmente a agricultura, e seu potencial de aquecimento é 310 vezes superior ao do CO₂ (IPCC, 2007a).

As primeiras evidências científicas concretas sobre a relação entre as atividades humanas e alterações na temperatura global vieram com a publicação do “Primeiro Relatório de Avaliação” pelo IPCC em 1990, onde se afirmava que as mudanças climáticas representariam de fato uma ameaça à humanidade (IPCC, 2001), pois havia fortes evidências de que o aquecimento do planeta, observado nas últimas décadas, era atribuído às atividades humanas. Desde então, diversos estudos e discussões acerca dessa questão foram promovidos em todo o mundo.

1.2. Conseqüências das mudanças climáticas

O Quarto Relatório do IPCC (2007b) intitulado “Impactos, adaptação e vulnerabilidade à mudança do clima” apresenta os dados mais recentes relacionados aos efeitos das mudanças climáticas no meio ambiente natural e humano.

Segundo esse relatório, muitos sistemas naturais estão sendo afetados pelas mudanças climáticas regionais, principalmente pelos aumentos de temperatura, o que pode até causar impactos positivos a curto prazo, mas quase sempre negativos a longo prazo. Um exemplo disso é a produtividade da agricultura e de madeira comercial que tende a aumentar levemente com a mudança do clima em curto e médio prazo, com uma grande variabilidade regional em torno da tendência global a longo prazo.

O derretimento de geleiras, devido ao aumento da temperatura, é outro ponto que pode alavancar diversas conseqüências tais como o risco de inundações seguido de uma posterior redução do fluxo dos rios à medida que as geleiras diminuem. Isso pode prejudicar o abastecimento de água em comunidades que dependem de rios alimentados por geleiras. As secas e inundações, por sua vez, tendem a ter um aumento da frequência de ocorrência o que traz prejuízos para diversos setores, sendo os sistemas costeiros e zonas de baixa latitude os mais afetados pelas inundações e a agricultura e silvicultura pela seca.

Especificamente para a América Latina, espera-se que os aumentos de temperatura e as correspondentes reduções da água no solo acarretem uma substituição gradual da floresta tropical por savana no leste da Amazônia. Além disso, prevê-se que a vegetação semi-árida tenderá a ser substituída por vegetação de terras áridas.

De forma global é esperado que as florestas sejam afetadas também pelo aumento da incidência de pragas, doenças e incêndios. No que se refere à biodiversidade, devido à dificuldade de adaptação da maioria dos organismos e ecossistemas à mudança do clima, um aumento da taxa de extinção em 20% a 30% é esperado.

Os prejuízos sociais da alteração dos sistemas naturais pelas mudanças climáticas irão variar amplamente em função do local e escala, sendo que os países em desenvolvimento tendem a ser os mais afetados devido à restrita capacidade de adaptação e à maior dependência de recursos sensíveis ao clima, tais como oferta local de água e alimento (IPCC, 2007b).

1.3. Estrutura institucional da questão climática

A partir da década de 60 iniciou-se uma conscientização mundial da sociedade acerca de se procurar conciliar o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental. Em vista disso e do avanço no estado da arte da questão climática, em 1979 houve a Primeira Conferência Mundial do Clima, cujo foco

principal foi avaliar como as mudanças climáticas poderiam afetar as atividades humanas (NTU, 1993).

Cientes da problemática das possíveis mudanças globais do clima, a Organização Meteorológica Mundial e as Nações Unidas, em 1988, estabeleceram o Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (*Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC*). O IPCC tem como objetivo prover de forma compreensiva, objetiva e transparente as informações científicas, técnicas e sócio-econômicas relevantes para o entendimento da base científica das mudanças climáticas induzidas pelo ser humano, os impactos potenciais disso e opções para adaptação e mitigação (IPCC, 2007c).

O IPCC divulgou, em 1990, seu “Primeiro Relatório de Avaliação” onde foi apresentada a relação entre as emissões antrópicas e as mudanças climáticas, além de destacar a necessidade da criação de um tratado internacional que direcionasse o problema, ponto que também foi destacado pela Conferência Mundial do Clima. Respondendo a esse chamado, a Assembléia Geral das Nações Unidas estabeleceu o Comitê Intergovernamental de Negociação (CIN) para a Convenção Quadro sobre Mudança do Clima (CQMC), cuja primeira reunião se deu em 1991 (Pereira, 2002). O texto definitivo da CQMC só veio a ser aprovado em maio de 1992 e foi aberto a assinaturas um mês depois durante a ECO-92, no Rio de Janeiro.

O objetivo primordial da Convenção Quadro das Nações Unidas para Mudanças Climáticas – CQNUMC (*United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC*) é a estabilização das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera em um nível que impeça uma interferência antrópica perigosa no sistema climático. Além disso, no texto da CQNUMC pode ser destacado o princípio da equidade com responsabilidades comuns mas diferenciadas, devido ao reconhecimento, por parte da Convenção, de que a maior parte das emissões históricas e atuais são originárias de países desenvolvidos. Devido a isso, os países foram divididos em países (Partes) Anexo I, que possuem compromisso de redução de GEE, e países não-Anexo I, composto pelos demais países integrantes da CQNUMC. Em 2004, 189 países já a haviam ratificado (MCT, 2007).

Nos anos que se seguiram à aprovação da CQNUMC, as negociações intergovernamentais prosseguiram por meio das Conferências das Partes (*Conferences of the Parties - COP*), com encontros entre órgãos subsidiários e

workshops. A COP é o órgão supremo da Convenção, ou seja, a autoridade máxima para tomada de decisões. É formada por todos os países que ratificaram a Convenção e os encontros ocorrem todos os anos, a não ser que algum país decida o contrário. De 1995 a 2006 ocorreram doze COPs: COP 1, em Berlim (1995); COP 2, em Genebra (1996); COP 3, em Quioto (1997); COP 4, em Buenos Aires (1998); COP 5, em Bonn (1999); COP 6, em Haia (2000); COP 6,5, em Bonn (2001); COP 7, em Marraqueche (2001); COP 8, em Nova Deli (2002); COP 9, em Milão (2003); COP 10, em Buenos Aires (2004); COP 11, em Montreal (2005) e COP 12, em Nairobi (2006) (UNFCCC, 2007a).

Paralelo a esses eventos, o IPCC continuou elaborando relatórios, à semelhança do “Primeiro Relatório de Avaliação”, divulgado em 1990. O segundo relatório, apresentado em 1995, foi decisivo para as negociações que culminaram com a adoção do Protocolo de Quioto em 1997 durante a COP 3. O terceiro relatório, finalizado em 2001, foi submetido às Partes durante a COP 7, que concordaram com a contínua elaboração de relatórios a fim de serem usados como referência para decisões futuras. O quarto relatório organizado pelo IPCC foi divulgado em maio de 2007 (IPCC, 2007c).

1.4. O Protocolo de Quioto

Dentre todas as COPs, a terceira merece destaque, pois foi quando se deu a elaboração do Protocolo de Quioto (*Kyoto Protocol*). O Protocolo, firmado para atingir o objetivo primordial da CQNUMC, estabelece metas para que as emissões antrópicas sejam reduzidas em pelo menos 5,0% abaixo dos níveis verificados no ano de 1990 (ano de inventário dos gases) (MCT, 2001).

As metas são distintas entre as Partes, em consonância com o princípio adotado pela CQNUMC, segundo o qual as responsabilidades são comuns, porém diferenciadas. Além disso, elas deverão ser atingidas no período compreendido entre 2008 e 2012, que corresponde ao primeiro período de compromisso. As metas foram atribuídas exclusivamente às Partes Anexo I da Convenção, que correspondem aos países desenvolvidos e aos países industrializados da Antiga União Soviética e do

Leste Europeu. Os países que não possuem meta de redução são países em desenvolvimento chamados Partes não-Anexo I (Lopes, 2002).

O Protocolo prevê, ainda, três mecanismos de flexibilização (Implementação Conjunta, Comércio de Emissões e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo) que visam permitir às Partes ter acesso às oportunidades de reduzir suas emissões a um custo acessível ou a remover carbono da atmosfera em outros países, ou seja, além de suas fronteiras nacionais. A Implementação Conjunta - IC (*Joint Implementation - JI*) permite o estabelecimento de projetos entre países do Anexo I com a geração de Unidades de Redução de Emissão (UREs). O Comércio de Emissões - CE (*Emission Trade - ET*) permite aos países do Anexo I adquirir Unidades de Quantidade Atribuída (UQAs) de outros países do Anexo I. Já o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL (*Clean Development Mechanism - CDM*) possibilita aos países do Anexo I a implementação de projetos de redução de emissões em países não-Anexo I, havendo a geração de Reduções Certificadas de Emissões (RCEs) e promovendo o desenvolvimento sustentável nos países hospedeiros do projeto. Este é o único mecanismo de flexibilização no qual o Brasil pode participar (UNFCCC, 2007a).

1.5. O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) é uma proposta apresentada pelo governo brasileiro que tem como base a compensação de emissões de gases de efeito estufa, sendo o único mecanismo de flexibilização do Protocolo de Quioto que permite a participação dos países não-Anexo I. No âmbito do MDL, pode-se ter a inclusão de projetos de reduções de emissões, cujas modalidades e procedimentos foram definidos na COP 7 (Marraqueche – 2001), e de projetos de remoção de emissões, onde estão incluídas as atividades de florestamento e reflorestamento, únicas elegíveis nessa categoria no primeiro período de compromisso (2008 – 2012). As modalidades e procedimentos para os projetos de remoção de emissões foram finalizados durante a COP 9 (Milão – 2003), constituindo anexo da Decisão 19/CP.9 (Krug, 2004).

A participação em uma atividade de projeto do MDL pode se dar por governos e entidades privadas de Partes Anexo I que implementem projetos para redução de emissões nos países pertencentes às Partes não-Anexo I, obtendo-se assim as Reduções Certificadas de Emissões - RCEs (*Certified Emission Reductions - CER*). Esses certificados são contabilizados como créditos de abatimento em prol dos países que estiverem realizando o projeto (Protocolo de Kyoto, 1997).

Para que sejam consideradas elegíveis no âmbito do MDL, as atividades do projeto devem contribuir para o objetivo primordial da Convenção, isto é, promover a estabilização das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera em um nível que impeça uma interferência antrópica perigosa no sistema climático. Além disso, alguns requisitos fundamentais devem ser observados. Um deles é o da adicionalidade, pelo qual uma atividade de projeto deve, comprovadamente, resultar na redução de emissões de gases de efeito estufa e/ou remoção de CO₂, adicional ao que ocorreria na ausência da atividade de projeto do MDL (Lopes, 2002).

Outro requisito do MDL é que a participação deve ser voluntária para ambas as Partes e que a atividade de projeto contribua para o desenvolvimento sustentável do país no qual venha a ser implementada. Deve, ainda, ser capaz de demonstrar benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo relacionados com a mitigação da mudança do clima (Protocolo de Kyoto, 1997).

Além disso, uma atividade de projeto deve se enquadrar dentro de um ou mais escopos setoriais, os quais perfazem quinze áreas: 1. Indústria energética (fontes renováveis/não-renováveis); 2. Distribuição de energia; 3. Demanda de energia; 4. Indústria manufatureira; 5. Indústria química; 6. Construção; 7. Transporte; 8. Produção mineral; 9. Produção de metais; 10. Emissões fugitivas de combustíveis; 11. Emissões fugitivas da produção e consumo de halocarbonetos e hexafluoreto de enxofre; 12. Uso de solventes; 13. Manejo e disposição de resíduos; 14. Florestamento e reflorestamento; 15. Agricultura (UNFCCC 2007b).

Conforme visto, a participação de um projeto no âmbito do MDL exige que diversos requisitos sejam observados. No entanto, apesar de exigente, o MDL é uma grande oportunidade que o Brasil tem de se inserir cada vez mais no mercado de créditos de carbono.

1.5.1. Etapas de um projeto de MDL

Para que um projeto seja aceito no âmbito do MDL é necessário que ele siga uma formatação específica a fim de explicitar de forma clara e precisa a mensuração, a quantificação e a manutenção da redução de emissões durante o período de duração do projeto. Segundo Rocha (2004) e Lopes (2002), as etapas para elaboração e aprovação de um projeto de MDL são as seguintes:

- *Elaboração do Documento de Concepção do Projeto - DCP* (“*Project Design Document – PDD*”): o DCP deverá incluir a descrição da metodologia da linha de base e as metodologias para os cálculos da redução de emissões de gases de efeito estufa; para o estabelecimento dos limites das atividades de projeto e para o cálculo das fugas. Além disso, deverá estar presente a descrição das atividades de projeto e dos respectivos participantes. Outras informações essenciais no DCP são: a definição do período de obtenção de créditos, o plano de monitoramento, a justificativa para adicionalidade da atividade de projeto, o relatório de impactos ambientais, os comentários dos atores sociais e informações quanto à utilização de fontes adicionais de financiamento.

- * *Linha de base* (“*Baseline*”): para ingressar no MDL, todo projeto deverá apresentar uma Linha de Base. A Linha de Base é um cenário que representa as emissões/remoções antropogênicas de CO₂ equivalente que ocorreriam na ausência do projeto. No DCP, dois cenários deverão ser apresentados: o primeiro cenário deve descrever as emissões antes do projeto; o segundo, as reduções das emissões após a instalação do projeto. Para projetos florestais, pode haver uma contabilidade do conteúdo de biomassa (e conseqüentemente do carbono nela retido) da parte aérea e subterrânea da floresta.

- *Validação* (“*Validation*”): é o processo de avaliação independente de uma atividade de MDL por uma Entidade Operacional Designada (EOD).

- *Registro* (“*Registry*”): o registro é a aceitação formal, por parte do Comitê Executivo, de um projeto validado como um projeto de MDL. É um pré-

requisito para a verificação, certificação e promulgação dos certificados deste projeto.

- *Monitoramento (“Monitoring”)*: deverá constar no esboço do projeto um plano de monitoramento, que ocorrerá seguindo um plano estabelecido pela metodologia e terá como resultados relatórios que serão submetidos à EOD para a verificação do projeto. O plano de monitoramento poderá ser baseado em uma metodologia de monitoramento já existente ou em uma nova metodologia proposta.

- *Verificação (“Verification”)*: a verificação é a revisão independente, periódica e posterior de um projeto de MDL pela EOD. Nesse ponto, serão avaliadas as reduções monitoradas das emissões antrópicas de gases de efeito estufa, por fontes que ocorreram em consequência de uma atividade registrada de projeto do MDL, durante o período de verificação.

- *Certificação (“Certification”)*: a certificação é a garantia por escrito, feita pela EOD, de que, durante um período de tempo específico, o projeto de MDL atingiu as reduções de emissões de GEE a que havia se proposto, conforme verificado na etapa anterior.

- *Emissão do certificado (“Emission of certificate”)*: o certificado é emitido pela EOD que gerencia o projeto, sob a autorização do Comitê Executivo. Isto somente ocorrerá após o projeto ter sido verificado e certificado pela EOD, e esta afirmado que a atividade de MDL está dentro das conformidades verificadas e que seguiu o procedimento de monitoração acordado entre a EOD e as Partes integrantes do projeto. As RCEs serão relativas à quantidade reduzida e/ou removida, terão validade determinada e, conforme o caso, poderão ser renovadas.

1.6. Mercado de créditos de carbono

Desde antes da entrada em vigor do Protocolo de Quioto, em fevereiro de 2005, diversas empresas já buscavam os chamados créditos antecipados ou *early credits* (Rocha, 2004).

Atualmente, o mercado emergente de carbono está consolidado e abrange a transação de projetos baseados na redução/remoção de emissões e a negociação de Reduções Certificadas de Emissões (RCEs), considerando-se o âmbito do MDL. No primeiro caso, um comprador adquire RCEs de um projeto que promove a redução das emissões de GEE comparados a certa linha de base. No segundo caso, a negociação das RCEs é feita em algum dos diversos mercados existentes, tais como o Esquema de Comércio de Emissões da União Européia (EU ETS), Esquema de Comércio de Emissões do Reino Unido (UK ETS), Bolsa do Clima de Chicago (CCX) e Esquema de Abatimento de GEE de New South Wales (NSW) (Lecocq, 2004).

Os valores das transações no mercado mundial de carbono, no ano de 2006, chegaram a US\$ 21,5 bilhões, com destaque para o grande volume de transações do Esquema de Comércio de Emissões da União Européia. No que se refere ao mercado baseado em projetos, as transações atingiram um valor de US\$ 2,41 bilhões, conforme o Quadro 1 (Carpoo & Ambrosi, 2006).

Quadro 1 – Redução de CO₂, em milhões de toneladas de CO₂ (MtCO₂), e valores comercializados, em milhões de dólares americanos (MUS\$), nos mercados de créditos de carbono nos anos de 2005 e 2006.

	2005		2006 (até outubro)	
	Redução CO ₂ (MtCO ₂)	Valor (MUS\$)	Redução CO ₂ (MtCO ₂)	Valor (MUS\$)
PERMISSÕES				
EU ETS	324,31	8.204,48	763,90	18.839,79
NSW	6,11	59,13	16,19	184,07
CCX	1,45	2,83	8,25	27,15
UK ETS	0,30	1,31	2,26	9,27
Sub-total	332,17	8.267,75	788,34	19.051,00
TRANSAÇÕES BASEADAS EM PROJETOS				
MDL	359,08	2.651,44	214,26	2.260,96
Implementação conjunta	20,85	100,89	11,86	93,88
Outros	4,51	36,72	7,92	60,02
Sub-total	384,44	2.789,05	234,05	2.414,87
TOTAL	716,61	11.056,79	1.022,39	21.465,87

Fonte: Carpoor & Ambrosi (2006).

1.7. Uso da terra, mudança no uso da terra e florestas

No Protocolo de Quioto, a categoria que trata dos potenciais sumidouros, fontes e reservatórios relacionados às atividades agropecuárias e florestais é chamada de *Land Use, Land-Use Change and Forestry* (LULUCF) (Tsukamoto, 2003).

Dentre as atividades florestais, destacam-se o florestamento e reflorestamento, conforme definidos no anexo da Decisão 11/CP. 7 (CQNUMC, 2001). O florestamento é a conversão, induzida diretamente pelo homem, de terra que não foi florestada por um período de pelo menos 50 anos em terra florestada por meio de plantio, semeadura e/ou a promoção induzida pelo homem de fontes naturais de sementes. Já o reflorestamento é a conversão, induzida diretamente pelo homem, de terra não-florestada em terra florestada por meio de plantio, semeadura e/ou a promoção induzida pelo homem de fontes naturais de sementes, em área que foi florestada, mas convertida em terra não-florestada. Para o primeiro período de compromisso, as atividades de reflorestamento estarão limitadas ao reflorestamento que ocorra nas terras que não continham florestas em 31 de dezembro de 1989.

Para que sejam aceitas no âmbito do MDL, as atividades de florestamento e reflorestamento devem atender alguns princípios básicos (Scarpinella, 2002):

- Essas atividades devem basear-se em ciência sólida já comprovada;
- As metodologias usadas devem ser consistentes ao longo do tempo para a estimativa e relato de tais atividades;
- Deve ser excluída da contabilidade da redução das emissões a mera presença de estoques de carbono;
- As atividades LULUCF implementadas devem contribuir para a manutenção da biodiversidade e o uso sustentável dos recursos naturais.

Além disso, para projetos florestais devem ser respeitados alguns valores mínimos (CQNUMC, 2003):

- (a) Um valor mínimo único de cobertura de copa das árvores entre 10 e 30 por cento;
- (b) Um valor mínimo único de área de terra entre 0,05 e 1 hectare;

(c) Um valor mínimo único de altura de árvore entre 2 e 5 metros.

Indo mais além, as atividades elegíveis de projetos de uso da terra, mudança no uso da terra e florestas de um país, no primeiro período de compromisso do Protocolo de Quioto (2008-2012), não devem exceder um por cento das emissões do ano de base dessa Parte, multiplicado por cinco (CQNUMC, 2001).

Segundo Campos (2001), o grande interesse em incluir as atividades de LULUCF no Protocolo de Quioto e na mitigação da mudança do clima, é o comércio de carbono que deve se tornar um dos melhores negócios para se investir no século XXI.

1.7.1. Geração de créditos de carbono em LULUCF

As reduções certificadas de emissões (RCEs) advindas de uma atividade de projeto de florestamento ou reflorestamento (F/R), que são as modalidades válidas no âmbito da LULUCF, serão equivalentes à remoção antrópica líquida de GEE por sumidouros (Krug, 2004).

Segundo a Decisão 19/CP. 9 (CQNUMC, 2003), essas remoções serão calculadas a partir da remoção líquida de GEE por sumidouros na linha de base e remoção líquida real de GEE por sumidouros e fuga, conforme a seguir:

- Remoção líquida de GEE por sumidouros na linha de base: corresponde à soma das mudanças nos estoques de carbono dos reservatórios de carbono dentro do limite do projeto que teriam ocorrido na ausência da atividade de projeto de F/R no âmbito do MDL.
- Remoção líquida de GEE por sumidouros: corresponde à soma das mudanças verificáveis nos estoques de carbono dos reservatórios de carbono, dentro do limite do projeto, menos o aumento das emissões de GEE, medidas em equivalentes de CO₂, provenientes das fontes que sofreram aumento em consequência da implementação da atividade de projeto de F/R.
- A fuga (*leakage*) corresponde ao aumento das emissões de GEE por fontes que ocorram fora do limite de uma atividade de projeto de F/R no âmbito do MDL e que seja mensurável e atribuível à atividade de projeto de F/R.

O período de creditação de uma atividade de florestamento ou reflorestamento corresponde ao período em que uma atividade de projeto poderá gerar créditos. No caso de projetos de florestamento ou reflorestamento, esse período começa no início do projeto, podendo ser de no máximo 30 anos, caso não se deseje renovar o projeto, ou de no máximo 20 anos, tendo-se a opção de renová-lo por duas vezes (CQNUMC, 2003).

1.7.2. A conservação florestal

A conservação florestal, ou seja, a manutenção de florestas protegidas, não é válida no âmbito do MDL para a geração de créditos de carbono.

Esse tema foi alvo de muitas controvérsias já que alguns acreditam que a conservação de florestas tropicais é dificultada, caso não seja dada alguma compensação aos proprietários de áreas florestais, pelos serviços ambientais gerados pelas suas florestas, incluindo o estoque de carbono. Outros acreditam que a conservação florestal deixa de lado aspectos sociais e todos os bens e serviços que as florestas podem gerar (Smith et al., 2000).

Além disso, outro ponto criticado nos projetos de conservação florestal é que eles se baseiam mais em emissões evitadas do que no seqüestro de carbono propriamente dito. Assim, esses projetos consistem basicamente na venda temporária dos estoques de carbono de florestas protegidas, com uma parcela de seqüestro de carbono via reflorestamento ou regeneração de florestas secundárias (Campos, 2001).

Indo mais além, segundo o IPCC (2000), a preservação de uma floresta não garante a mitigação do efeito estufa em longo prazo devido aos riscos de fugas, e reversibilidade por meio de atividades humanas, distúrbios ou mudanças ambientais.

Dessa forma, no período de 2008 a 2012, que corresponde ao primeiro período de compromisso do Protocolo de Quioto, a conservação florestal não é válida para os projetos de MDL.

2. As florestas e a estocagem de carbono

As florestas oferecem grande potencial, em curto prazo, para remoção de CO₂ da atmosfera. Ao contrário de plantas de ciclo de vida curto que morrem e se

decompõe rapidamente, as árvores são indivíduos de ciclo de vida longo que acumulam carbono em sua biomassa (Sedjo et al., 1998).

Segundo Sedjo (2001), as florestas trocam CO₂ com o ambiente por meio de processos como fotossíntese, respiração, decomposição e emissões associadas a distúrbios como o fogo, o desfolhamento por diversas causas e à exploração florestal. As mudanças nos estoques líquidos de carbono determinam se um ecossistema florestal será uma fonte ou sumidouro do carbono atmosférico.

Uma floresta jovem, que esteja crescendo de forma acelerada, seqüestra maiores volumes de carbono quando comparada à floresta madura. Já a floresta madura atua como um reservatório, estocando carbono, mesmo que não esteja passando por um crescimento líquido. Assim, uma floresta jovem estoca menos carbono quando comparada a uma floresta madura, mas seqüestra mais carbono da atmosfera ao longo do tempo. Já uma floresta madura, apesar de não capturar “novo carbono”, continua a estocar grandes volumes de carbono em sua biomassa ao longo do tempo (Sedjo, 2001), apesar de em alguns casos poder vir a se tornar uma fonte de emissão de carbono, como quando ocorrem mortes ou outros eventos naturais (Mirbach, 2003).

A obtenção de estimativas confiáveis de estoque de carbono da vegetação é essencial para estimar a quantidade de carbono, emitida ou seqüestrada, no tempo e no espaço (Higuchi et al., 2004). Esses mesmos autores, em um trabalho sobre a dinâmica de uma floresta primária da Amazônia Central, encontraram um incremento anual de 1,2 tC.ha⁻¹.ano⁻¹, o que está de acordo com a média de acumulação de carbono na Amazônia, igual a 0,97 tC.ha⁻¹.ano⁻¹, encontrada por Philips et al. (1998).

Fearnside e Guimarães (1996), pesquisadores do Inpa, concluíram que quanto mais inicial o estágio sucessional, maior será a taxa de incremento de biomassa: uma floresta secundária com 10 anos de idade assimila de 6,0 a 10,0 t.ha⁻¹.ano⁻¹; com 20 anos de idade, a assimilação da floresta secundária varia de 4,0 a 7,0 t.ha⁻¹.ano⁻¹ e com 80 anos, a assimilação anual média cai para 2,0 t.ha⁻¹.ano⁻¹.

No caso de florestas plantadas, Paixão (2004) apresentou dados médios de produção de biomassa do tronco sem casca de eucalipto, com idade entre 7 e 10 anos, iguais a 107,12 t.ha⁻¹. Schumacher & Witschoreck (2004) em um inventário de carbono em povoamentos de eucalipto na região sul do Brasil, obtiveram um estoque de carbono aos 8 anos igual a 97,86 t.ha⁻¹.

O Brasil ainda apresenta uma faixa considerável do seu território composto por florestas nativas, as quais pertencem a diversos biomas. Dentre eles, a Mata Atlântica destaca-se pelo seu potencial de estabelecimento de projetos que visem recompor suas áreas degradadas e, ao mesmo tempo, gerar créditos de carbono. Isso porque, esse bioma foi um dos que sofreu maior grau de intervenção humana, principalmente no que se refere ao desmatamento, o que contribuiu para que o carbono que estava estocado na biomassa florestal fosse emitido para a atmosfera.

3. O bioma da Mata Atlântica e o balanço de carbono

A Mata Atlântica é um bioma com múltiplas fitofisionomias, formado por um conjunto de ecossistemas florestais e ecossistemas associados, como manguezais, restingas, florestas de pinheiros e campos de altitude (Lino e Dias, 2003).

Segundo o mapa de vegetação do Brasil (IBGE, 1993), o domínio Mata Atlântica corresponde a: (I) Floresta Ombrófila Densa, que acompanha o litoral, indo do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul; (II) Florestas Estacionais Deciduais e Semideciduais do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo; (III) Florestas Estacionais Semideciduais do Mato Grosso do Sul, incluindo os vales dos rios da margem direita do rio Paraná; Minas Gerais, nos vales dos rios Paranaíba, Grande e afluentes; Minas Gerais e Bahia, nos vales dos rios Paraíba do Sul, Jequitinhonha, rios intermediários e afluentes; e de regiões litorâneas limitadas do Nordeste, contíguas às florestas ombrófilas; (IV) Floresta Ombrófila Mista e aos encaves de Araucária nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais; (V) às formações florísticas associadas, como manguezais, vegetação de restingas e das ilhas oceânicas; (VI) aos encaves de cerrado, campos e campos de altitude compreendidos no interior das áreas citadas acima; (VII) às matas de topo de morro e de encostas do Nordeste, particularmente os brejos de altitude de Pernambuco e Paraíba e as chãs do estado do Ceará, na Serra de Ibiapaba e de Baturité, e na da Chapada do Araripe; e (VIII) às formações vegetais nativas de Fernando de Noronha .

A Mata Atlântica é o segundo maior bloco de floresta tropical do país que, devido ao seu altíssimo grau de biodiversidade, endemismo e à sua elevada taxa de desmatamento, está entre os cinco principais *hotspots* do mundo. O total de

mamíferos, aves, répteis e anfíbios que ali ocorrem alcança 1.361 espécies, sendo que 567 são endêmicas, ou seja, apenas existem ali, representando 2% de todas as espécies do planeta, somente para esses grupos de vertebrados. Além disso, possui cerca de 20.000 espécies de plantas, das quais 8.000 são endêmicas (Aliança para conservação da mata atlântica, 2007).

Além do valor como imensa reserva biológica e dos serviços de manutenção dos ciclos hídricos e controle da erosão, a Mata Atlântica é parte do patrimônio histórico e cultural do Brasil, pois está intimamente ligada à colonização e ao desenvolvimento país. Esse bioma presta diversos serviços ambientais à humanidade, como fonte de material genético, de agentes de controle biológico, de alimento (pescado originário do mangue) e de produtos farmacêuticos; fornece divisas originárias do valor estético, por meio do ecoturismo; indiretamente, tem grande potencial como reservatório de água; e é ponto de atividades culturais, esportivas ou de lazer (Tonhasca Jr., 2004).

3.1. Breve histórico do desmatamento na Mata Atlântica

O desmatamento é a operação que objetiva a supressão total da vegetação nativa de determinada área para o uso alternativo do solo. Considera-se nativa toda vegetação original, remanescente ou regenerada, caracterizada pelas florestas, capoeiras, cerradões, cerrados, campos, campos limpos, vegetações rasteiras, entre outros (COMON, 2007).

Originalmente, a Mata Atlântica se estendia por mais de 1.290.000 km², correspondendo a cerca de 15% do território brasileiro, espalhando-se por 17 Estados. Atualmente possui apenas menos de 8% de sua cobertura original. Na área da Mata Atlântica, localizam-se os maiores pólos industriais e silviculturais, além de alguns dos mais importantes aglomerados urbanos do Brasil (Aliança para conservação da mata atlântica, 2007).

A história da devastação da Mata Atlântica brasileira foi detalhadamente descrita por Dean (1998), que relatou a degradação desde a exploração do pau-brasil, passando pela mineração do ouro até os ciclos do café e da cana-de-açúcar.

Segundo o MMA (1995), a análise dos dados da produção interna de energia revela um intenso uso de lenha na década de 40 - 60 que era responsável pelo

abastecimento energético de 75% da energia das indústrias brasileiras. Nesta época, justamente em um período de crise do petróleo e da Segunda Guerra Mundial, o parque industrial brasileiro estava em franco desenvolvimento e a energia mais barata e acessível era a lenha. Os dados de desmatamento nas regiões Sudeste e Sul de 1900 até 1990 também indicam uma taxa extremamente elevada entre os anos 40 - 60, com mais de 400.000 km² de Mata Atlântica desmatados somente nestes vinte anos.

Entre os anos de 1960 e 1980, a demanda total de energia aumentou em cerca de dez vezes, indicando um crescimento do parque tecnológico principalmente baseado no petróleo e na energia hidrelétrica, mas ainda conta com uma participação significativa da lenha, em torno de 22% em 1980 (MMA, 1995). Por outro lado, os processos de regeneração são duas vezes menores do que as taxas de desmatamento, provocando o atual quadro de depleção da cobertura florestal nos Estados abrangidos por esse bioma, com uma taxa de desmatamento consideravelmente elevada – em torno de 25.000 km².ano⁻¹.

Entre os anos de 1976 e 1988, a produção de madeira nos estados do sul e sudeste caiu de 51 milhões para 7,9 milhões m³, o que equivale a uma queda na produção nacional de 47% para 17% (Uhl et al., 1990). Esse fato levou à migração dos setores madeireiros para a região Amazônica e o sul da Bahia. Devido ao declínio da atividade cacauífera no sul da Bahia, que ainda preservava grande parte de suas matas sob mosaicos de floresta nativa e “cabruca” (associação do cultivo do cacau em matas), a atividade madeireira foi estimulada como alternativa para a, então, desempregada população de cacauicultores. Entre os anos de 1971 e 1981 a Mata Atlântica sul-baiana foi reduzida a aproximadamente 20% de seus 11 mil km² originais (Mesquita, 2000).

Somente nas duas últimas décadas é que foram dispensados esforços para a avaliação do desmatamento da Mata Atlântica. Segundo um estudo promovido pelo SOS Mata Atlântica/INPE (2005), os remanescentes florestais desse bioma representam 13,3% em São Paulo, 20,0% no Rio de Janeiro, 11,24% no Espírito Santo e 10,58% no Paraná. Para o Brasil, os remanescentes florestais da Mata Atlântica estão reduzidos à cerca de 8% de sua área original, o que significa uma área total de aproximadamente 103.200 km².

No que se refere às emissões líquidas, um estudo feito pelo MCT (2004) apresentou as emissões e remoções de carbono da Mata Atlântica (com base em três

classes de vegetação: mata, restinga e mangue), assim como de outros biomas, conforme pode ser observado no Quadro 2.

Quadro 2 – Emissões líquidas por conversão de florestas e abandono de terras manejadas, por bioma (1988-1994).

Bioma	Desflorestamento		Regeneração		Emissões Líquidas Anuais - Saldo (10^6 tC.ano⁻¹)
	<i>Área no período (10^3 km²)</i>	<i>Emissão Bruta Anual (10^6 tC.ano⁻¹)</i>	<i>Área Total (10^3 km²)</i>	<i>Remoção Anual (10^6 tC.ano⁻¹)</i>	
Amazônia	92,1	151,7	82,3	34,9	- 116,8
Cerrado	88,7	67,1	17,7	15,7	- 51,4
Mata Atlântica *	4,6	11,8	2,0	0,5	- 11,3
Caatinga	24,0	10,0	-	-	- 10,0
Pantanal	9,8	10,3	3,4	2,8	- 7,5

* Período 1990-1995

Fonte: MCT (2004)

Observa-se que o desflorestamento contribuiu sensivelmente para o balanço negativo de carbono no caso da Mata Atlântica já que a área regenerada, além de ser muito menor do que a área desflorestada é responsável por uma remoção anual de carbono atmosférico proporcionalmente pequena quando comparada às emissões anuais. No caso dos demais biomas, observa-se, também, um balanço negativo só que em proporções menores já que apesar das emissões líquidas da Amazônia, Cerrado, Caatinga e Pantanal serem maiores do que a remoção pela área em regeneração, o montante removido é expressivamente maior do que aquele presente na Mata Atlântica.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALIANÇA PARA CONSERVAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA. **Mata Atlântica e ecossistemas associados**. Disponível em: <<http://www.aliancamataatlantica.org.br/>>. Acesso em: 17 fev. 2007.

CAMPOS, C.P. **A conservação das florestas no Brasil, mudança do clima e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo do Protocolo de Kyoto**. 2001. 169 p. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro.

CAPOOR, K.; AMBROSI, P. **State and trends of the carbon market**. 2006. Disponível em: <<http://www.ieta.org/ieta/www/pages/getfile.php?docID=1667>>. Acesso em: 26 abr. 2007.

COMON – Coordenação de Monitoramento e Controle Florestal. IBAMA. **Desmatamento**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/desmatamento/>>. Acesso em: 18 fev. 2007.

CQNUMC – Convenção Quadro das Nações Unidas para Mudanças Climáticas. 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: 08 abr. 2007.

CQNUMC – Convenção Quadro das Nações Unidas para Mudanças Climáticas. Decision 19/CP. 9. Modalities and procedures for afforestation and reforestation project activities under the clean development mechanism in the first commitment period of the Kyoto Protocol. **Report of the Conference of the Parties on its ninth session, held at Milan from 1 to 12 december 2003**. Document FCCC/CP/2003/6/Add.2. Disponível em: <<http://unfccc.int/>>. Acesso em: 17 fev. 2007.

DEAN, W. **A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. São Paulo: Companhia das Letras, 1998. 484 p.

FEARNSIDE, P.M.; GUIMARÃES, W.M. Carbon uptake by secondary forests in Brazilian Amazonia. **Forest ecology and management**, v. 80, n. 1-3, p. 35-46, jan. 1996.

HIGUCHI, N. et al. Dinâmica e balanço do carbono da vegetação primária da Amazônia Central. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 34, n. 3, p. 295-304, set/dez 2004.

IBGE. **Mapa de vegetação do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **About IPCC**. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/>>. Acesso em: 15 fev. 2007c.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate change 2001: the scientific basis**. 2001. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/pub/un/ipccwg1s.pdf>>. Acesso em: 19 fev. 2007.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate change 2007: the physical basis**. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/>>. Acesso em: 15 fev. 2007a.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate change 2007: climate change impacts, adaptation and vulnerability**. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/>>. Acesso em: 30 mai. 2007b.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Land Use, Land Use Change and Forestry**. Special Report. Inglaterra: Cambridge University Press, 2000. 375 p.

KHANDEKAR, M.L.; MURTY, T.S. e CHITTIBABU, P. The Global Warming Debate: A Review of the State of Science. **Pure appl. geophys.**, v. 162, n. 8-9, p. 1557-1586, 2005.

KRUG, T. O papel das atividades de projeto de florestamento e reflorestamento no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo na fixação de CO₂ atmosférico. In: SANQUETTA, C.R.; BALBINOT, R.; ZILLIOTTO, M.A. **Fixação de carbono: Atualidades, Projetos e Pesquisas**. Curitiba: 2º Simpósio Latino Americano sobre Fixação de Carbono, 2004. Parte 3, p. 55-62.

LECOCQ, F. **State and trends of the carbon market**. 2004. Disponível em: <<http://carbonfinance.org/docs/CarbonMarketStudy2004.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2007.

LINO, C.F.; DIAS, H. Águas e florestas da Mata Atlântica: por uma gestão integrada. **Séries políticas públicas, caderno nº 27**. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 2003. 132 p.

LOPES, I.V. **O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo: Guia de Orientação**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2002. 90 p.

MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia. **Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2004. 274 p.

MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia. **Convenção sobre Mudança do Clima**. Disponível em: <<http://200.130.9.7/Clima/convencao/status.htm>>. Acesso em: 15 jan. 2007.

MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia. **Protocolo de Quioto à Convenção sobre Mudança do Clima**. Brasília: MCT, 2001. 34 p.

MESQUITA, C.A.B. **Diagnóstico da Indústria Madeireira nos Municípios de Una, Camacã e Santa Luzia, no Sudeste da Bahia: Aspectos Sócio-Econômicos e Impactos Sobre a Vegetação**. In: BERGALLO, H.G. et al. A fauna ameaçada de extinção do estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2000. 166 p.

MIRBACH, M.V. Forests, Climate Change & Carbon Reservoirs: Opportunities for Forest Conservation. **A Sierra Club of Canada Discussion Paper**. Canada: Sierra Club of Canada, set. 2003. 32 p.

MMA - Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Os ecossistemas brasileiros e os principais macrovetores de desenvolvimento: subsídios ao planejamento da gestão ambiental**. Brasília: Secretaria de Coordenação dos Assuntos de Meio Ambiente (PNMA-PNMA), 1995. 108p.

NTU – Northern Territory University. **The First World Climate Conference**. 1993. Disponível em: <<http://www.cs.ntu.edu.au/homepages/jmitroy/sid101/uncc/fs213.html>>. Acesso em: 19 fev. 2007.

PAIXÃO, F.A. **Quantificação do estoque de carbono e avaliação econômica de alternativas de uso de um povoamento de eucalipto**. Viçosa, 2004. 62 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa.

PEREIRA, A.S. **Do Fundo ao Mecanismo: Gênese, Características e Perspectivas para o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo; ao encontro ou de Encontro à Equidade?** Rio de Janeiro, 2002. 191 p. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro.

PHILLIPS, O.L. et al. Changes in the carbon balance of tropical forests: evidence from long-term plots. **Science**, v. 282, n. 5.388, p. 439-442, oct. 1998.

PROTOCOLO DE KYOTO. **Protocolo de Kyoto**. Publicado pelo Secretariado da Convenção sobre Mudança do clima. Editado e traduzido pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, com o apoio do Ministério das Relações Exteriores da República Federativa do Brasil, 1997.

ROCHA, M.T. Mudanças Climáticas e Mercado de Carbono. In: SANQUETTA, C.R.; BALBINOT, R.; ZILLIOTTO, M.A. **Fixação de carbono: Atualidades, Projetos e Pesquisas**. Curitiba: 2º Simpósio Latino Americano sobre Fixação de carbono, 2004. Parte 2, p. 39-54.

SCARPINELLA, G.A. **Reflorestamento no Brasil e o Protocolo de Quioto**. São Paulo, 2002. 182 p. Dissertação (Mestrado em Energia) – Universidade de São Paulo.

SCHUMACHER, M.V.; WITSCHORECK, R. Inventário de carbono em povoamentos de *Eucalyptus* ssp. nas propriedades fumageiras do sul do Brasil: “Um estudo de caso”. In: SANQUETTA, C.R.; BALBINOT, R.; ZILLIOTTO, M.A. **Fixação de carbono: Atualidades, Projetos e Pesquisas**. Curitiba: 2º Simpósio Latino Americano sobre Fixação de Carbono, 2004. Parte 7, p. 111-124.

SEDJO, R.A. Forest Carbon Sequestration: Some Issues for Forest Investments. **Discussion Paper 01-34**. Washington: Resources for the Future, ago. 2001. 26 p.

SEDJO, R.A.; SOHNGEN, B.; JAGGER, P. Carbon Sinks in the Post-Kyoto World. **RFF Climate Issue Brief # 12**. Washington: Resources for the Future, oct. 1998. 12 p.

SMITH, J. et al. Harnessing carbon markets for tropical forest conservation: towards a more realistic assessment. **Environmental conservation**, Reino Unido, v. 27, n. 3, p. 300-311, set. 2000.

SOS MATA ATLÂNTICA/INPE. **Atlas da Mata Atlântica**. 2000-2005. Disponível em: <<http://www.sosma.org.br/>>. Acesso em: 18 fev. 2007.

TONHASCA Jr., A. Os serviços ecológicos da Mata Atlântica. **Ciência Hoje**, v. 35, n. 205, p. 64-67, jun. 2004.

TSUKAMOTO FILHO, A.A. **Fixação de carbono em um sistema agroflorestal com eucalipto na região do cerrado de Minas Gerais**. Viçosa, 2003. 98 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa.

UHL et al. Studies of ecosystem responses to natural and anthropogenic disturbances provide guidelines for designing sustainable land-use systems in Amazonia. In: ANDERSON, A. (ed). **Alternatives to Deforestation: steps toward sustainable use of the Amazon rainforest**. New York: Columbia University, 1990. p. 24-42.

UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change. **Essential Background**. Disponível em: <http://unfccc.int/essential_background/items/2877.php>. Acesso em: 15 fev. 2007a.

UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change. **Designated Operational Entities**. Disponível em: <http://unfccc.int/essential_background/items/2877.php>. Acesso em: 26 jul. 2007b.

CAPÍTULO 2

QUANTIFICAÇÃO DE BIOMASSA E DO CARBONO ESTOCADO EM UMA PASTAGEM E EM DOIS ESTÁDIOS SUCESSIONAIS DA MATA ATLÂNTICA

RESUMO

RIBEIRO, Sabina Cerruto, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2007.

Quantificação de biomassa e do carbono estocado em uma pastagem e em dois estádios sucessionais da Mata Atlântica. Orientador: Laércio Antônio Gonçalves Jacovine. Co-Orientadores: Carlos Pedro Boechat Soares e Sebastião Venâncio Martins.

A carência de estudos no bioma Mata Atlântica, relacionados à quantificação da biomassa e carbono fixado, e o aumento da demanda de projetos no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, motivou a execução desse estudo. O objetivo deste trabalho foi quantificar a biomassa e o carbono fixado em um fragmento florestal na Zona da Mata Mineira, composto por floresta primária e capoeira, e na pastagem a ele circundante, a fim de se avaliar a variação do estoque de carbono ao longo do gradiente de vegetação. O estudo foi desenvolvido no Sítio Bom Sucesso, em um fragmento florestal conhecido na região como “Mata do seu Nico”, localizado no município de Viçosa. A quantificação da biomassa na floresta primária e capoeira foi feita pelo método indireto, por meio do uso de uma densidade média das espécies de maior valor de importância. Para a determinação das espécies de maior valor de importância foram utilizados estudos já realizados na área, sendo três referentes à floresta primária e um referente à capoeira. A biomassa da pastagem foi quantificada pelo método direto por meio da coleta do material localizado a 5 cm acima do solo. A conversão da biomassa em carbono se deu pela adoção de um fator 0,5. Na floresta primária foram contabilizadas 319 espécies arbóreas, pertencentes a 177 gêneros e 60 famílias. Já na capoeira contabilizaram-se 31 espécies de indivíduos arbóreos, distribuídos em 29 gêneros e 21 famílias. Na floresta primária foi encontrada uma biomassa de $166,67 \text{ t.ha}^{-1}$, correspondendo a $83,34 \pm 37,29 \text{ tC.ha}^{-1}$; logo a seguir vem a capoeira com uma biomassa de $21,62 \text{ t.ha}^{-1}$ e estoque de carbono igual a $10,81 \pm 4,68 \text{ tC.ha}^{-1}$; por fim tem-se a pastagem com uma biomassa de $0,84 \text{ t.ha}^{-1}$ que corresponde a $0,42 \pm 0,18 \text{ tC.ha}^{-1}$. Na capoeira, o valor de estoque de carbono encontrado deveu-se à presença de gado e à incidência de efeitos de borda. No caso da pastagem, o baixo estoque de biomassa e carbono deveu-se ao seu estado de degradação e à sua baixa capacidade de suporte. Os resultados apresentados permitem a predição da variação do estoque de carbono ao longo da sucessão florestal em diferentes estádios, o que possibilita que sejam usados como referência

para o estabelecimento de projetos, no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, relacionados a projetos de florestamento e reflorestamento.

Palavras-chave: Biomassa, estoque de carbono, Mata Atlântica.

1. INTRODUÇÃO

O território brasileiro possui cerca de 64% de sua extensão ocupado por florestas nativas (ABRAF, 2006). Deste percentual, 9,6% correspondem à área do bioma Mata Atlântica. Entretanto, cerca de 92% da sua formação original já foi desmatada (SOS Mata Atlântica, 2007).

Apesar da devastação acentuada, a Mata Atlântica abriga enorme riqueza biológica e alto grau de endemismo, características que contribuíram para torná-la um *hotspot*. Por isso, ações de conservação e, principalmente, de recuperação que venham a garantir a permanência da biodiversidade da fauna e flora, da água, das condições climáticas e de outros serviços ambientais essenciais à manutenção e melhoria da qualidade de vida da população são necessárias na atualidade.

Dentre os diversos serviços ambientais prestados pelas florestas, destacam-se o seqüestro e a estocagem do carbono, em função da intensificação do efeito estufa.

A intensificação do efeito estufa e o conseqüente aquecimento global, em virtude do aumento da concentração dos gases de efeito estufa, principalmente dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O), provenientes de emissões antrópicas, culminaram com a criação do Protocolo de Quito, cujo objetivo principal é a redução das emissões de gases de efeito estufa em 5,0% durante o período de 2008 a 2012, que corresponde ao primeiro período de compromisso.

O Protocolo entrou oficialmente em vigor em fevereiro de 2005 e trouxe como inovação três mecanismos de flexibilização: Comércio de Emissões, Implementação Conjunta e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), pelos quais é possível obter créditos de carbono.

Dentre esses três mecanismos de flexibilização, apenas o MDL permite a participação de países em desenvolvimento, como o Brasil, no mercado de créditos de carbono.

O crescente aumento da demanda de projetos de MDL em virtude da ascensão do mercado de créditos de carbono torna a quantificação do carbono fixado na biomassa florestal imprescindível, já que os dados gerados podem ser considerados fontes primárias de informação para a proposição de novos projetos no âmbito do MDL. Além disso, há o reconhecimento de que as florestas constituem o maior reservatório de carbono de todos os ecossistemas terrestres e funcionam, em

muitos casos, como sumidouros de carbono, o que corrobora com a sua inclusão em projetos de MDL (Campos, 2001).

Considerando o exposto e a carência de estudos de fixação de carbono em florestas nativas, especialmente no bioma Mata Atlântica, o presente trabalho teve como objetivo principal quantificar a biomassa e o carbono nela fixado. A quantificação da biomassa se deu em uma pastagem e em dois estádios sucessionais da Mata Atlântica, mais especificamente em um fragmento florestal localizado na Zona da Mata Mineira, composto por floresta primária e capoeira, e na pastagem a ele circundante, a fim de se avaliar a variação do estoque de carbono ao longo desse gradiente de vegetação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Descrição da área de estudo

O trabalho foi desenvolvido no município de Viçosa ($20^{\circ}45'23''S$ e $42^{\circ}52'23''W$) (Figura 1), localizado na Zona da Mata do estado de Minas Gerais, no mês de janeiro de 2007. O fragmento florestal estudado, conhecido na região como “Mata do seu Nico”, situa-se no Sítio Bom Sucesso.

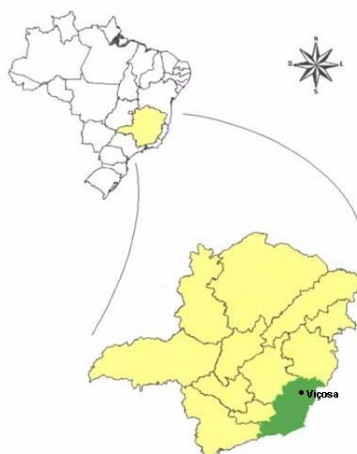


Figura 1 – Localização do município de Viçosa (MG) (Fonte: Soares Júnior, 2000).

A “Mata do seu Nico”, localizada a cerca de 5 km do Campus da Universidade Federal de Viçosa, engloba uma área de cerca de 35 hectares. A referida área, considerada um dos fragmentos florestais mais bem conservados da

região, se divide em duas partes com características bem distintas. Uma delas apresenta boa parte da sua estrutura primária bem conservada e, segundo informações dos proprietários, tem pelo menos 100 anos sem grandes distúrbios antrópicos. A outra parte do fragmento é formada por capoeira que, provavelmente, possui cerca de 30 anos, e tem a presença do gado como forma de distúrbio, conforme informações dos proprietários.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Cwa, mesotérmico úmido, com verões chuvosos e invernos secos. A precipitação pluvial média anual é de 1.248 mm e a umidade anual relativa do ar é de 80,6% (Soares Júnior, 2000). A temperatura média anual é de 21°C (Silva et al. *apud* Castellani, 2006). Os solos predominantes da região são o latossolo vermelho-amarelo álico, nos topos de morros e encostas, e o podzólico vermelho-amarelo câmbico nos terraços (Rezende, 1971; Côrrea, 1984). A altitude da região é de 670 m, com relevo variando de ondulado a montanhoso (Silva, 2003).

Segundo Veloso et al. (1991), a área de estudo pertence à formação Floresta Estacional Semidecidual Montana. A vegetação do município originalmente formava um contínuo florestal que, com o desenvolvimento de atividades agrossilvipastoris e a expansão de núcleos urbanos, foi muito alterada. Como resultado, a paisagem da região está formada por diversas áreas de pastagem e de cultivo, restando alguns remanescentes com elementos de floresta primária e uma expressiva quantidade de fragmentos de floresta secundária com diferentes idades de regeneração (Valverde, 1958; CETEC, 1983; Ribas et al., 2003).

Os fragmentos florestais da região, em sua maioria, estão concentrados em pequenas propriedades particulares e localizados em áreas de difícil acesso e de relevo acidentado. Os remanescentes que se encontram nos estádios secundários (capoeira) costumam ocorrer em áreas com vegetação resultante de processos naturais decorrentes de ações antrópicas ou causas naturais. Já os fragmentos no estágio primário (floresta) ocorrem em áreas com grande diversidade biológica e com mínimos efeitos decorrentes de ações antrópicas. Dessa forma, suas características originais de estrutura e de espécies estão preservadas (Coelho & Souza, 2002).

2.2. Caracterização das principais espécies florestais do fragmento

A caracterização das principais espécies florestais foi feita com base em estudos realizados anteriormente na “Mata do seu Nico”. Para caracterizar a floresta primária foram usados estudos realizados por Campos (2002), Irsigler (2002) e Santos (2005); já para a capoeira, usou-se o estudo de Pinto (2005). Nos trabalhos relacionados à floresta primária, os estudos continham o levantamento fitossociológico do fragmento “Mata do seu Nico”; no caso da capoeira, foi usado um estudo desenvolvido em um fragmento próximo e com características semelhantes à capoeira presente no fragmento “Mata do seu Nico”.

Além da listagem de espécies, foram obtidos dos trabalhos considerados dados de densidade absoluta (DA), densidade relativa (DR), frequência absoluta (FA), frequência relativa (FR), dominância absoluta (DoA), dominância relativa (DoR) e valor de importância (VI). Os dados de valor de cobertura foram calculados para alguns dos trabalhos, conforme os Anexos 1 e 2.

A confirmação e atualização dos nomes científicos e das famílias foram feitos com base no site do *Missouri Botanical Garden* (www.mobot.org).

2.3. Coleta de dados quantitativos

2.3.1. Floresta primária e capoeira

Para a coleta dos dados quantitativos, a área de estudo foi dividida em duas partes, com base no estágio sucessional: capoeira (estádio médio de sucessão) e floresta primária (estádio avançado de sucessão).

A distribuição das linhas de amostragem e a distância entre as parcelas foram definidas buscando-se uma distribuição sistemática das unidades de amostra (Figura 2). Entretanto, em função de alguns obstáculos naturais, tais como obstrução física, declividade, cursos d' água, forma do fragmento, entre outros, algumas linhas tiveram um pequeno ajuste em relação ao local definido antes de ir a campo.

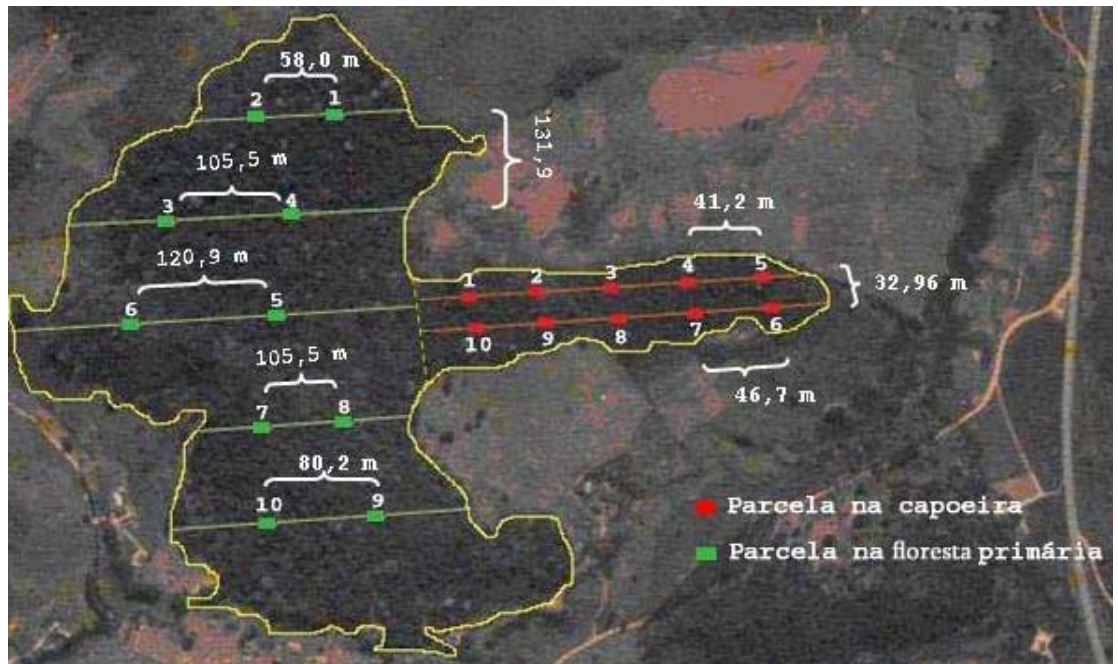


Figura 2 – Posicionamento das parcelas na floresta primária e na capoeira.

Para a capoeira, foram estabelecidas duas linhas de amostragem, cada uma com cinco parcelas de 10 m x 50 m (Figura 2). Em cada uma das parcelas, foram medidas a altura total e a Circunferência a Altura do Peito (CAP) para as árvores com $CAP \geq 15,70$ cm (≥ 5 cm de Diâmetro a Altura do Peito - DAP).

Na floresta primária foram estabelecidas cinco linhas de amostragem, cada uma com duas parcelas de 10 m x 50 m (Figura 2). Da mesma forma que na capoeira, foram medidas a altura total e CAP de todas as árvores com $CAP \geq 15,70$ cm.

2.3.2. Pastagem

Na pastagem foram estabelecidas vinte parcelas de 1 m², seguindo-se o contorno natural da capoeira, a fim de se facilitar a execução da coleta de dados. A distância entre parcelas foi de 45 m e a distância de cada uma delas em relação à capoeira foi de 20 m (Figura 3).

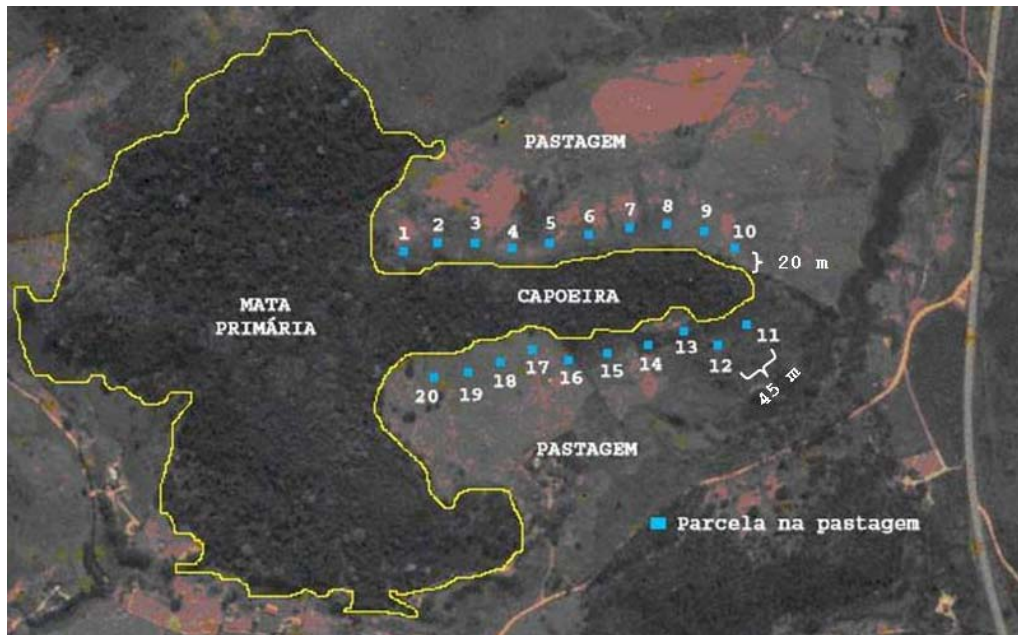


Figura 3 – Posicionamento das parcelas na pastagem.

As parcelas foram delimitadas com o auxílio de uma trena e todo o material vegetal presente em cada uma delas foi cortado a 5 cm do solo, com uma tesoura de poda. O material foi, então, acomodado em sacos de polietileno, identificados com o respectivo número da parcela e levado para o laboratório para análises.

No laboratório, o material foi pesado e, após isso, amostras de aproximadamente 25,0 g de cada parcela foram separadas e pesadas. Essas amostras foram acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa de circulação forçada de ar a uma temperatura de 65°C por 72 horas. Ao final desse período, duas pesagens foram feitas em dias sucessivos a fim de se garantir que o peso estivesse estabilizado.

2.4. Estimativa dos parâmetros quantitativos

Os parâmetros populacionais: número de indivíduos por hectare (N/ha), área basal por hectare (AB/ha), volume de fuste sem casca por hectare (VF/ha), diâmetro médio (q) e altura total média (\bar{H}) foram calculadas segundo os estimadores apresentados no Quadro 1. Cada um desses parâmetros foi calculado separadamente para cada parcela estabelecida na floresta primária e na capoeira. Além disso, foram

obtidos os valores mínimo e máximo de cada parâmetro, bem como os valores referentes à media e ao desvio-padrão.

Quadro 1 – Variáveis estimadas nos parâmetros populacionais e seus respectivos estimadores.

Variável	Estimadores
Número de indivíduos por hectare	$N / ha = \frac{\sum_{i=1}^p n_i}{A}$
Área basal por hectare	$AB / ha = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\pi * DAP_i^2}{40.000} \right)}{A}$
Volume de fuste por hectare	$VF / ha = \frac{\sum_{i=1}^n Vf_i}{A}$
Diâmetro médio	$q = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n DAP_i^2}{n}}$
Altura média	$\bar{H} = \frac{\sum_{i=1}^n Ht_i}{n}$

em que:

n = número de indivíduos medidos em cada parcela;

p = número da parcela;

A = área da parcela, correspondendo a 0,05 ha;

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

Vf_i = volume do fuste sem casca da i-ésima árvore qualificada, m³;

Ht_i = altura total da i-ésima árvore qualificada, em m.

Segundo o CETEC (1995), o volume do fuste sem casca de árvores individuais, para os estádios sucessionais da floresta primária e capoeira, podem ser estimados pelo emprego das equações apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Equações usadas para estimar o volume do fuste sem casca, segundo o estágio sucessional.

Estádio sucessional	Equações	
Floresta primária	$Vf_m = 0,000057 * DAP^{1,778841} * Ht^{1,024876}$	$r_{yy} = 0,989$
Capoeira	$Vf_c = 0,000024 * DAP^{1,575082} * Ht^{1,582642}$	$r_{yy} = 0,988$

2.5. Quantificação da biomassa

2.5.1. Fragmento florestal

A estimativa da biomassa do fuste foi realizada usando-se o método não-destrutivo, em função da impossibilidade de utilização do método destrutivo, devido a restrições de ordem legal e operacional. Por isso, foi avaliada apenas a biomassa do fuste sem casca e não de outros compartimentos florestais, tais como galhos, folhas, casca, ervas, gramíneas e lianas.

No caso da floresta primária, os dados de densidade relativa (DR) e valor de importância (VI), obtidos a partir de três estudos que tratavam sobre o levantamento fitossociológico da “Mata do seu Nico”, foram usados como base para a seleção de espécies consideradas representativas da área. A partir dessa listagem, outra seleção foi feita de forma que apenas as espécies que aparecessem em dois ou mais estudos fossem selecionadas.

Na capoeira, a seleção das espécies consideradas representativas também foi feita com base nos dados de densidade relativa (DR) e valor de importância (VI), obtidas a partir de estudo realizado em uma área vizinha à “Mata do seu Nico”.

A seguir, obtiveram-se os valores de densidade básica da madeira para cada uma das espécies selecionadas da floresta primária e da capoeira, com base em estudos já existentes. As densidades básicas da madeira das espécies *Euterpe edulis* e *Vernonanthura diffusa*, como não estavam disponíveis, foram determinadas em laboratório, segundo a norma NBR 11941 (ABNT, 2003), a partir da equação 1:

$$Db = \frac{m_3}{(m_2 - m_1)} \quad [1]$$

em que:

Db = densidade básica da madeira, em g.cm⁻³;

m_3 = massa da amostra seca em estufa a $(105 \pm 2)^\circ\text{C}$, em g;

m_2 = massa do recipiente com água e disco imerso, em g;

m_1 = massa do recipiente com água, em g.

Tomando-se como base os valores de densidade básica obtidos, já convertidos em kg.m^{-3} , calculou-se um valor de densidade básica média da madeira (\bar{d}) para toda a floresta primária e outro valor para a capoeira, ponderando-se pelo valor de cobertura (VC), conforme a equação 2:

$$\bar{d} = \sum_{i=1}^n Db_i * \left(\frac{VC}{\sum_{i=1}^n VC} \right) \quad [2]$$

em que:

n = número de espécies selecionadas da floresta primária ou da capoeira;

Db_i = densidade básica da madeira da i -ésima espécie selecionada da floresta primária ou capoeira, em kg.m^{-3} ;

VC = média do valor de cobertura das i -ésimas espécies selecionadas nos três estudos da floresta primária ou valor de cobertura da i -ésima espécie selecionada na capoeira, em porcentagem.

Como a densidade básica da madeira da espécie *Euterpe edulis* foi muito baixa, decidiu-se que essa espécie não participaria dos cálculos da densidade média da madeira pois, por ter alto valor de cobertura, poderia trazer a média da densidade para um valor muito baixo, o que levaria à sub-estimação da biomassa. Assim, foram identificados e medidos esses indivíduos dentro de cada parcela a fim de que fosse possível estimar a biomassa dessa espécie separadamente.

A biomassa da madeira presente no fuste de cada árvore na floresta primária e na capoeira foi estimada, excluindo-se as árvores de *Euterpe edulis*, pela multiplicação da densidade básica média da madeira, obtida para cada estágio sucessional, pelos volumes de fuste sem casca de cada estágio (Quadro 2), conforme a equação 3.

$$B = \bar{d} * \hat{V}f \quad [3]$$

em que:

B = biomassa da madeira no fuste das árvores na floresta primária ou capoeira, em kg;

\bar{d} = densidade básica média da madeira nas árvores na floresta primária ou capoeira, em kg.m⁻³;

\hat{V}_f = volume estimado de fuste sem casca das árvores da floresta primária ou capoeira, em m³.

A seguir, a biomassa da madeira obtida apenas para a espécie *Euterpe edulis* foi somada à biomassa calculada para a floresta primária obtendo-se, assim, a estimativa final de biomassa da floresta primária.

2.5.2. Pastagem

A determinação da biomassa (massa seca) da pastagem foi obtida por meio do método da proporcionalidade, conforme utilizado por Cotta (2005), segundo a equação 4:

$$PS(C) = \frac{Pu(c) * Ps(a)}{Pu(a)} \quad [4]$$

em que:

PS (C) = Peso de matéria seca total no campo, em g;

Ps (a) = Peso de matéria seca das amostras, em g;

Pu (a) = Peso de matéria úmida das amostras, em g;

Pu (c) = Peso de matéria úmida total no campo, em g.

2.6. Estimativa do carbono fixado na biomassa

As estimativas do carbono fixado na biomassa da madeira das árvores da floresta primária e capoeira e na pastagem foram obtidos por meio da multiplicação das estimativas de biomassa obtidas pelo fator 0,5 pois a biomassa seca contém aproximadamente 50 % de carbono (Fukuda et al., 2003; Soares e Oliveira, 2002; Fang et al., 2001). Em seguida, o estoque de carbono foi extrapolado para toneladas por hectare.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Caracterização das principais espécies florestais do fragmento

Com base nos estudos de Campos (2002), Irsigler (2002), Santos (2005) e Pinto (2005), foi elaborada uma lista de espécies para a floresta primária e capoeira. A caracterização das espécies florestais presentes em cada um desses estádios sucessionais está descrita seguir.

3.1.1. Floresta Primária

A lista das espécies florestais encontradas na área de floresta primária da “Mata do seu Nico”, assim como os estudos no qual cada espécie foi encontrada, é apresentada no Anexo 1. A partir dessa lista foram contabilizadas 319 espécies arbóreas, pertencentes a 177 gêneros e 60 famílias botânicas.

As 6 famílias mais representativas floristicamente foram: Myrtaceae, com 35 espécies (10,97%); Lauraceae, com 28 espécies (8,78%); Rubiaceae, com 18 espécies (5,64%); Euphorbiaceae, com 17 espécies (5,33%); e Leguminosae e Meliaceae, ambas com 15 espécies (4,70%) cada uma (Figura 4). Essas famílias contribuíram com 40,12% do total de espécies listadas.

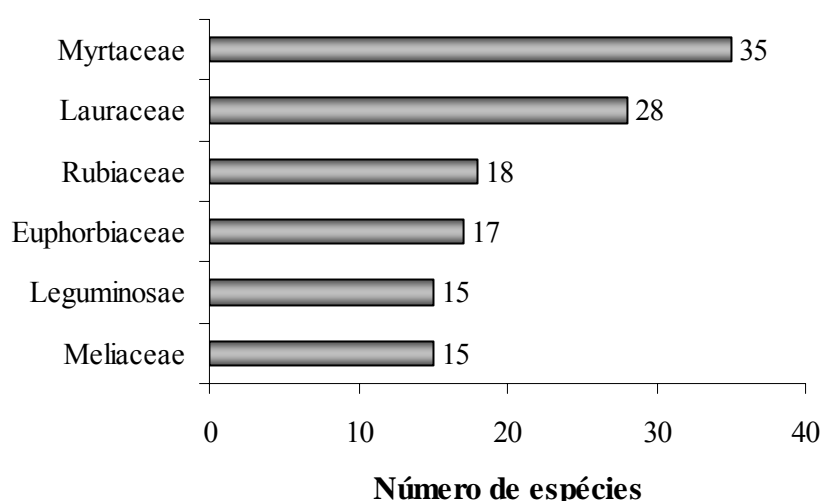


Figura 4 – Famílias mais representativas na floresta primária e seus respectivos números de espécies, segundo Campos (2002), Irsigler (2002) e Santos (2005).

Cabe destacar que Myrtaceae, Lauraceae e Rubiaceae são famílias botânicas comuns em estádios sucessionais avançados, o que condiz com o fato de estarem presentes na floresta primária.

Os gêneros mais ricos, isto é, aqueles que apresentaram maior número de espécies foram: *Ocotea* (Lauraceae) com 12 espécies, *Inga* (Leg.- Mimosoideae) com 8 espécies e *Guatteria* (Annonaceae), *Psychotria* (Rubiaceae) e *Trichilia* (Meliaceae) com 7 espécies cada uma.

Tendo-se como base a lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçada de extinção (IBAMA, 2007), as espécies *Astronium fraxinifolium* e *Dalbergia nigra* foram consideradas vulneráveis e *Brosimum glaziovii* uma espécie rara. A presença dessas espécies destaca a importância da conservação dos fragmentos florestais já que a maior parte da biodiversidade atual se encontra neles (Viana, 1998). Por isso, garantir a conservação da “Mata do seu Nico” é uma forma de se preservar uma amostra da biodiversidade da região.

3.1.2. Capoeira

A lista das espécies presentes na área de capoeira da “Mata do seu Nico” foi obtida com base em Pinto (2005), conforme o Anexo 2. A partir dessa lista foram contabilizadas 31 espécies de indivíduos arbóreos, distribuídas em 29 gêneros e 21 famílias.

As 6 famílias mais representativas floristicamente foram: Fabaceae com 5 espécies (16,13%), Euphorbiaceae com 3 espécies (9,68%), Asteraceae, Cecropiaceae, Myrtaceae e Rutaceae, com 2 espécies (6,45%) cada uma (Figura 5). Essas famílias contribuíram com 51,61% do total de espécies listadas.

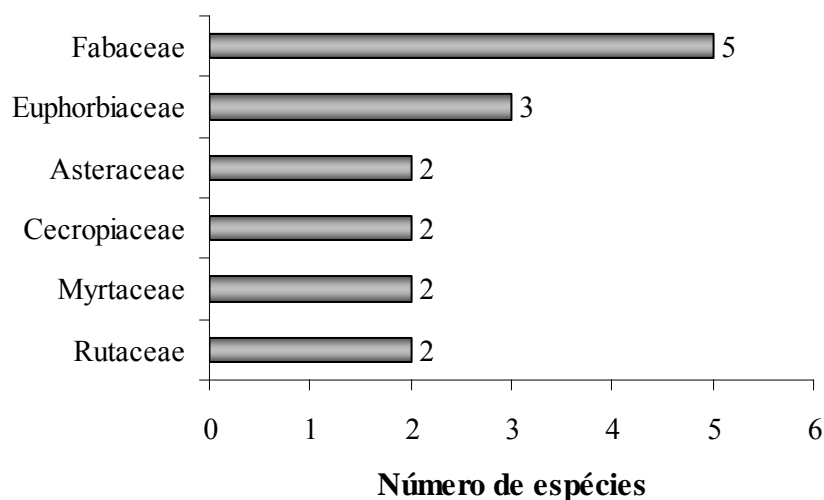


Figura 5 – Famílias mais representativas da capoeira e seus respectivos números de espécies, segundo Pinto (2005).

A espécie *Dalbergia nigra*, que foi considerada vulnerável (IBAMA, 2007), conforme discutido para a floresta primária, também apareceu na capoeira. Isso reforça a importância dos fragmentos florestais como forma de manutenção da biodiversidade e, em especial, da necessidade de conservação deste trecho em regeneração da “Mata do seu Nico”.

3.2. Estimativa dos parâmetros quantitativos

A partir da observação dos valores do Quadro 3, nota-se que há uma grande variação entre os dados máximos da floresta primária e da capoeira. Ao se comparar as médias de DAP (11,63 e 8,26) e de altura total (10,47 e 6,18) de cada estágio sucessional, observa-se que a amplitude entre eles é significativa, o que denota as diferenças estruturais entre esses estádios.

Quadro 3 – Valores máximos, médios e desvio-padrão do DAP e altura total para a floresta primária e capoeira.

Área	Variáveis	Máximo	Média	Desvio-padrão
Floresta primária	DAP (cm)	119,7	11,6	9,1
	Ht (m)	40,0	10,5	6,9
Capoeira	DAP (cm)	32,5	8,3	3,9
	Ht (m)	15,0	6,2	2,1

3.2.1. Estrutura paramétrica

Na estrutura paramétrica da floresta primária os indivíduos foram divididos em 22 classes de diâmetro com amplitude de classe igual a 5 cm (Quadro 4), buscando-se englobar indivíduos com diâmetro entre 5 cm e 119,68 cm.

No total, foram avaliados na floresta primária, 960 indivíduos, que totalizaram uma área basal de aproximadamente 33,40 m².ha⁻¹ e um volume de fuste de 235,86 m³.ha⁻¹.

Na primeira classe (5-10) foi onde ocorreu o maior número de indivíduos (60,0%).

Quadro 4 – Número de indivíduos amostrados (n_i), área basal (AB) e volume de fuste (VF) por hectare e por classe de diâmetro na área de floresta primária da Mata do seu Nico.

Classes de DAP (cm)	Centro de classe (cm)	N	AB (m².ha⁻¹)	VF (m³.ha⁻¹)
5 – 10	7,5	576	4,5363	16,4486
10 – 15	12,5	193	4,5718	25,9582
15 – 20	17,5	85	4,0520	29,3704
20 – 25	22,5	37	2,9076	21,4879
25 – 30	27,5	19	2,2479	17,9340
30 – 35	32,5	18	2,9859	24,8253
35 – 40	37,5	14	2,9562	25,2272
40 – 45	42,5	6	1,7289	11,1140
45 – 50	47,5	8	2,8749	20,3112
50 – 55		0	0	0
55 – 60	57,5	1	0,5043	4,8928
60 – 65	0	0	0	0
65 – 70	0	0	0	0
70 – 75	72,5	1	0,7773	5,9645
75 – 80	77,5	1	1,0027	7,4801
80 – 85	0	0	0	0
85 – 90	0	0	0	0
90 – 95	0	0	0	0
95 – 100	0	0	0	0
100 – 105	0	0	0	0
105 – 110	0	0	0	0
110 – 115	0	0	0	0
115 – 120	117,5	1	2,2501	24,8495
Totais		960	33,40	235,86

No caso da capoeira, a estrutura paramétrica foi dividida em 6 classes de diâmetro, com uma amplitude de classe igual a 5 cm (Quadro 5).

Nessa área foram avaliados 901 indivíduos, que totalizaram 12,33 m².ha⁻¹ de área basal e aproximadamente 33,51 m³.ha⁻¹ de volume de fuste.

A classe com maior número de indivíduos foi a primeira (5-10), que contribuiu com 78,25% do total. Já as duas últimas classes (25-30 e 30-35) apresentaram, cada uma, apenas 0,44% do número total de indivíduos.

Quadro 5 – Número de indivíduos amostrados (n_i), área basal (AB) e volume de fuste (VF) por hectare e por classe de diâmetro na área de capoeira da Mata do seu Nico.

Classes de DAP (cm)	Centro de classe (cm)	N	AB (m².ha⁻¹)	VF (m³.ha⁻¹)
5 – 10	7,5	705	5,2899	11,8635
10 – 15	12,5	143	3,4308	9,6208
15 – 20	17,5	33	1,5743	5,2641
20 – 25	22,5	12	0,9178	3,2313
25 – 30	27,5	4	0,4903	1,0298
30 – 35	32,5	4	0,6253	2,4992
Totais		901	12,33	33,51

A análise das figuras 6 e 7 demonstra que as distribuições diamétricas da floresta primária e da capoeira tenderam a um J-invertido, ou seja, o maior número de indivíduos se encontra nas menores classes de diâmetro, o que é um comportamento típico de florestas multiâneas (Schaaf et al., 2006).

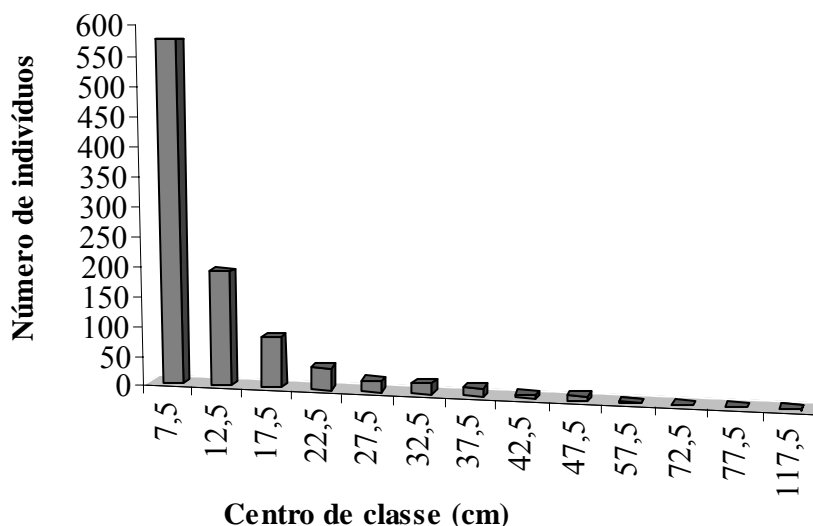


Figura 6 – Distribuição diamétrica considerando todos os indivíduos amostrados na floresta primária.

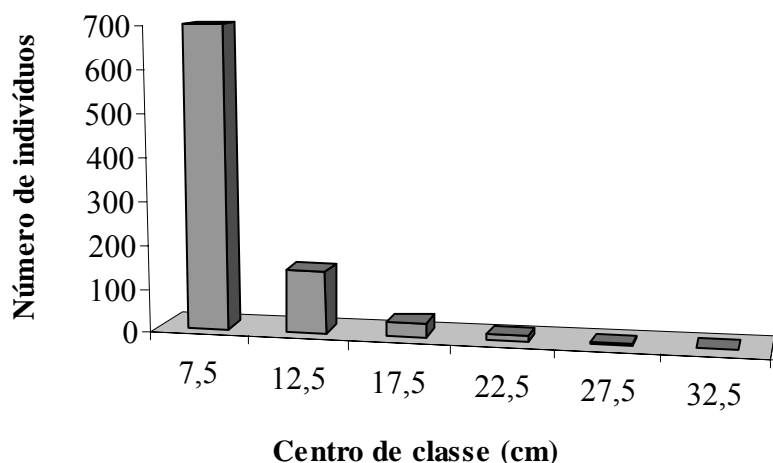


Figura 7 – Distribuição diamétrica de todos os indivíduos amostrados na capoeira.

3.2.2. Parâmetros populacionais

Os valores mínimo, máximo, médio, assim como o desvio-padrão, das variáveis número de árvores por hectare (N/ha), área basal por hectare (AB/ha), volume de fuste por hectare (VF/ha), diâmetro médio (\bar{q}) e altura total média (\bar{H}), da floresta primária e capoeira, estão apresentados nos Quadros 6 e 7.

Quadro 6 – Amplitude e variação dos parâmetros populacionais da área de floresta primária da Mata do seu Nico.

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
N/ha	1.120	2.720	1.920	418
AB (m ² .ha ⁻¹)	23,3798	49,1663	33,3923	9,2032
VF (m ³ .ha ⁻¹)	153,0207	480,3941	235,8637	105,7831
q (cm)	11,7942	19,9264	15,0402	2,8499
\bar{H} (m)	6,8	14,1	10,6	2,1

Quadro 7 – Amplitude e variação dos parâmetros populacionais da área de capoeira da Mata do seu Nico.

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
N/ha	1.020	2.440	1.802	403
AB (m ² .ha ⁻¹)	4,6481	18,2295	12,3285	4,3682
VF (m ³ .ha ⁻¹)	10,1561	59,0141	33,5088	14,5151
q (cm)	7,6172	11,1708	9,1903	1,0876
\bar{H} (m)	5,1	7,0	6,1	0,6

A partir da comparação dos Quadros 6 e 7 verifica-se que a amostragem evidenciou as diferenças entre as estimativas dos parâmetros populacionais da floresta primária e da capoeira, principalmente no que tange a AB/ha e VF/ha, os quais refletem o estágio sucessional de cada uma das áreas avaliadas.

Os valores encontrados no Quadro 6 estão de acordo com o que propõe a resolução nº 29 do CONAMA (1994), na qual se considera estágio avançado de regeneração (neste caso a floresta primária) fisionomias que apresentem altura média superior a 10 metros e área basal superior a 18 m².ha⁻¹. Entretanto, é importante ressaltar que esses dados de referência nem sempre se aplicam pois algumas formações florestais, apesar de estarem em estágio avançado de regeneração, podem apresentar valores de altura e de área basal inferiores aos destacados pela resolução nº 29, devido a fatores como altitude e tipo de solo.

No que se refere aos valores apresentados no Quadro 7, verifica-se que os mesmos também estão de acordo com resolução referida anteriormente, segundo a qual é considerado estágio médio de regeneração (neste estudo a capoeira) fisionomias que apresentem altura média e área basal variando entre 5 a 13 metros e 10 a 18 m².ha⁻¹.

Os gráficos da Figura 8 indicam que a floresta primária apresentou médias superiores de altura média, área basal por hectare, diâmetro médio e volume de fuste por hectare quando comparada à capoeira. Entretanto, no caso do número de indivíduos por hectare verificou-se que os valores obtidos para a floresta primária e a capoeira foram muito próximos.

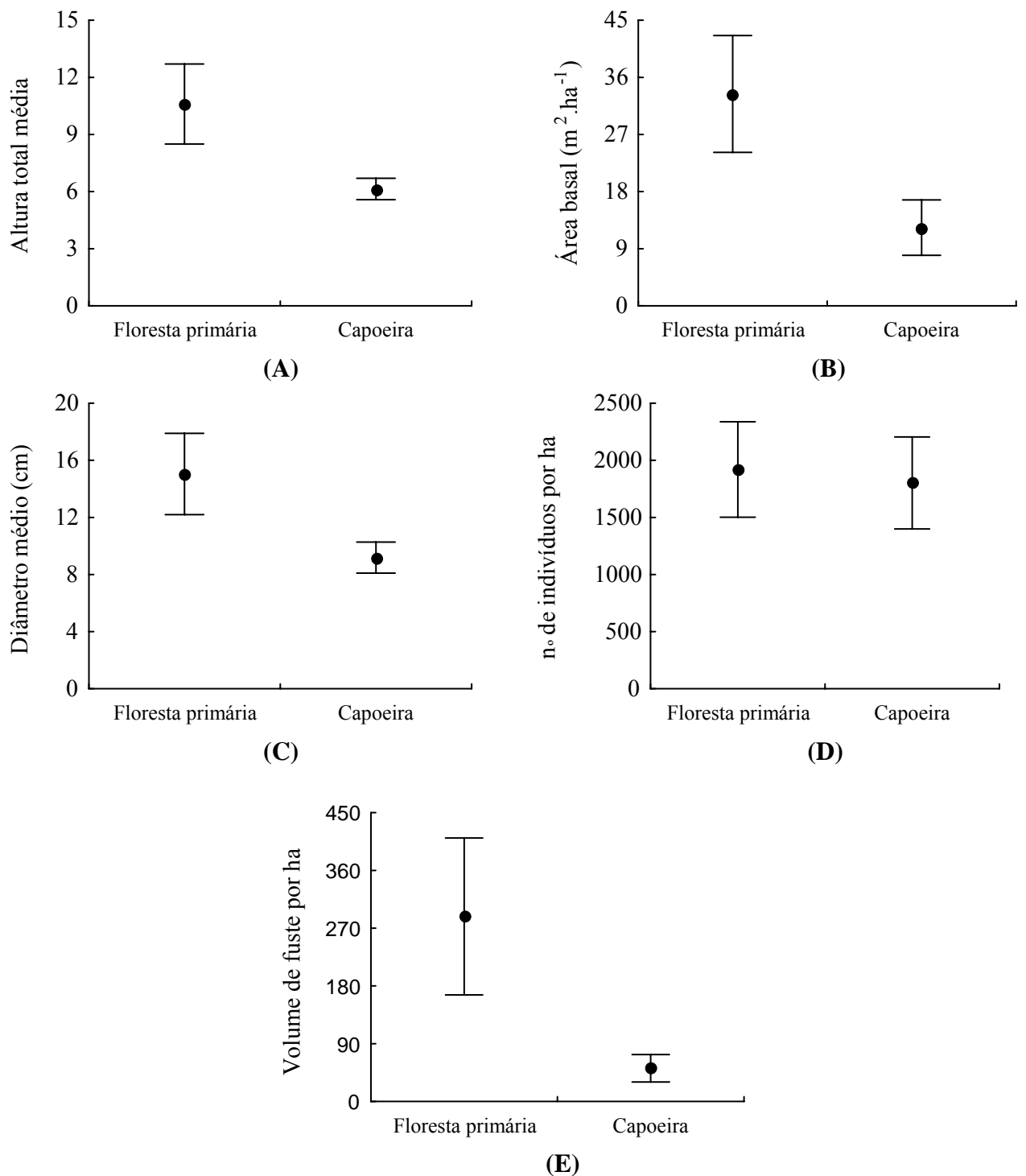


Figura 8 – Gráficos comparativos entre a floresta primária e a capoeira para as variáveis altura total média (A), área basal por hectare (B), diâmetro médio (C), número de indivíduos por hectare (D) e volume de fuste por hectare (E).

No caso da floresta primária isso provavelmente ocorreu porque foi considerado um diâmetro mínimo de inclusão igual a 5 cm, o que levou à incorporação de muitos indivíduos pequenos na amostragem. Já no que se refere à capoeira, a alta média pode ser devida ao estágio sucessional no qual se encontra a

área amostrada, pois quanto mais inicial o estágio de sucessão, maior tende a ser o número de indivíduos por hectare.

No que se refere ao volume de fuste por hectare, verifica-se que a floresta primária, por apresentar uma média superior à capoeira, tenderá a apresentar um maior valor de biomassa e, conseqüentemente, de carbono estocado.

3.3. Quantificação da biomassa e do estoque de carbono na floresta

3.3.1. Floresta primária

Na floresta primária foram selecionadas 23 espécies, com base nos três estudos e nos valores de densidade relativa e valor de importância, para a determinação da densidade básica média. Todas as densidades básicas foram obtidas a partir de valores disponíveis na literatura, com exceção de *Euterpe edulis*, cuja densidade básica foi determinada em laboratório (Quadro 8).

Quadro 8 – Densidade Relativa (DR), Valor de Importância (VI) e Densidade Básica da Madeira (DBM) das espécies selecionadas na floresta primária da Mata do seu Nico.

Espécies selecionadas	DR (%)	VI (%)	DBM (t.m ⁻³)
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	37,38	28,09	0,17
<i>Pseudopiptadenia contorta</i> (DC.) G.P. Lewis & M.P. Lima	2,15	11,38	0,75
<i>Viola gardneri</i> (A. DC.) Warb.	2,26	9,09	0,66
<i>Guatteria nigrescens</i> Mart.	2,41	8,81	0,59
<i>Trichilia catigua</i> A. Juss.	1,38	4,06	0,64
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	0,57	3,72	0,97
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, Lanj. & Wess. Boer	2,86	2,66	0,67
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	2,74	2,56	0,52
<i>Sterculia chicha</i> A. St.-Hil. ex Turpin	1,43	2,51	0,39
<i>Viola oleifera</i> (Schott) A.C. Sm.	0,95	2,27	0,61
<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	0,84	2,05	0,95
<i>Protium warmingiana</i> March, L.	2,02	1,86	0,75
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	2,02	1,74	0,83
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	1,67	1,41	0,89
<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	0,71	1,28	0,92
<i>Ocotea odorifera</i> (Vellozo) Rohwer	0,83	0,96	0,76

Continua...

Quadro 8, continuação.

Espécies selecionadas	DR (%)	VI (%)	DBM (t.m⁻³)
<i>Inga cylindrica</i> (Vell.) Mart.	0,83	0,79	0,48
<i>Coussapoa microcarpa</i> (Schott) Rizzini	0,24	0,72	0,59
<i>Luehea grandiflora</i> Mart.	0,48	0,70	0,64
<i>Simira sampaioana</i> (Standl.) Steyerm.	0,48	0,66	0,64
<i>Cryptocarya moschata</i> Nees & C. Mart.	0,24	0,65	0,57
<i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão	0,12	0,59	0,69
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin	0,48	0,59	0,62
Total	89,15		

Dessa forma, com base nos dados de densidade básica e do valor de cobertura das espécies apresentadas no Quadro 8, com exceção da espécie *Euterpe edulis*, obteve-se uma densidade básica média ponderada igual a 0,70 t.m⁻³. Se a espécie *Euterpe edulis* houvesse sido incluída nesses cálculos, o valor da densidade básica média cairia para 0,50 t.m⁻³.

A estimativa final de biomassa e do estoque de carbono para a floresta primária, considerando-se a espécie *Euterpe edulis* e os volumes calculados segundo o Quadro 2, estão apresentados no Quadro 9. Observa-se que se obteve uma biomassa média igual a 166,67 t.ha⁻¹. O estoque de carbono médio obtido, considerando-se que a biomassa seca contém aproximadamente 50% de carbono, foi igual a 83,34 ± 37,29 t.ha⁻¹.

Quadro 9 – Estimativas de biomassa de fuste sem casca (t.ha⁻¹) e carbono (t.ha⁻¹) da floresta primária + *Euterpe edulis* por parcela.

Parcelas	Floresta primária	<i>Euterpe edulis</i>	Floresta primária + <i>Euterpe edulis</i>	
	Biomassa (t.ha ⁻¹)	Biomassa (t.ha ⁻¹)	Biomassa (t.ha ⁻¹)	C (t.ha ⁻¹)
1	117,47	3,36	120,83	60,42
2	106,48	0,02	106,50	53,25
3	116,45	0,28	116,73	58,37
4	138,61	7,53	146,14	73,07
5	334,29	0,00	334,29	167,14
6	151,77	2,37	154,13	77,07
7	166,20	0,03	166,23	83,11
8	150,63	0,69	151,32	75,66
9	107,01	0,00	107,01	53,51
10	252,37	11,18	263,55	131,78
Média	164,13	2,55	166,67	83,34

Esses resultados foram menores do que os encontrados por Alves et al. (1997), que em um estudo sobre biomassa em florestas secundárias e primárias em Rondônia, encontrou estimativas de biomassa em florestas primárias que variavam entre 290 a 495 t.ha⁻¹. Nascimento & Laurance (2002) obtiveram uma média de biomassa acima do solo igual a 397,7 ± 30,0 t.ha⁻¹ para florestas intactas na Amazônia Central. Brown et al. (1995) obteve em uma floresta primária em Rondônia valores de biomassa iguais a 285 t.ha⁻¹, com o uso de equações alométricas ajustadas com amostras destrutivas.

Conforme pode ser observado, os estudos de quantificação da biomassa viva acima do solo de florestas primárias, realizados na região amazônica, apresentaram valores maiores do que aqueles obtidos no presente trabalho, com variações do valor de biomassa entre 230 à 490 t.ha⁻¹. Essa tendência também pôde ser verificada em estudos de Fearnside 1997, Laurance et al. 1999 e Klinge et al. 1975.

Uma exceção foi o estudo de Folster et al. (1976) em florestas primárias e secundárias na Colômbia. Eles obtiveram uma estimativa da biomassa viva acima do solo igual a 180 t.ha⁻¹. O baixo valor obtido foi atribuído à grande presença de palmeiras no fragmento estudado que eram “beneficiadas” pela alta mortalidade de folhosas devido ao vento e à seca.

Do mesmo modo, a alta densidade de palmeiras presente na “Mata do seu Nico” pode ter sido uma das causas para o valor de biomassa encontrado no presente estudo. Isso porque a palmeira *Euterpe edulis* foi uma das espécies de maior VI na área de estudo. Como sua densidade básica é muito baixa (0,17 t.m⁻³), ela não possui um alto estoque de biomassa (Quadro 9), o que pode ter contribuído para que o valor final de biomassa da floresta primária ter sido menor do que aqueles obtidos na Floresta Amazônica.

De qualquer forma, ao compararmos os resultados dos estudos de quantificação da biomassa citados com as estimativas obtidas no presente trabalho, é esperado que eles apresentem maiores valores já que neles foram obtidas estimativas totais da biomassa viva acima do solo (tronco + galhos + folhas), enquanto que no presente estudo obtiveram-se apenas estimativas da biomassa do fuste sem casca.

Considerando-se estudos no qual foram obtidas estimativas de biomassa do fuste, observa-se que os resultados são mais próximos àqueles obtidos no presente trabalho. Castilho et al. (2006), em um estudo em uma floresta madura (*old growth*

forest) na Amazônia Central, obtiveram estimativas de biomassa do fuste variando entre 210,9 à 426,3 t.ha⁻¹, com uma média igual a 327,8 ± 41,9 t.ha⁻¹.

Saldarriaga et al. (1988), em um estudo sobre o desenvolvimento sucessional na região Amazônica, encontrou biomassa do fuste em quatro povoamentos de florestas maduras variando entre 107 à 145 t.ha⁻¹. Jordan & Uhl (1978) obtiveram estimativas de biomassa do fuste e galhos igual a 315,66 t.ha⁻¹ para uma floresta localizada na bacia Amazônica, mais especificamente em San Carlos de Rio Negro, Venezuela.

Na comparação dos resultados obtidos pelos trabalhos citados com aqueles apresentados no presente estudo, deve ser levado em conta que os trabalhos citados obtiveram estimativas de volume de fuste com casca e não sem casca, como no presente estudo. Assim, considerando-se que a casca corresponde, em média, a cerca de 20,5% da biomassa total de uma árvore (Watzlawick et al., 2002), observa-se que a biomassa de fuste sem casca (166,67 t.ha⁻¹) obtida no presente trabalho é condizente com estudos que avaliaram diversos compartimentos florestais.

3.3.2. Capoeira

Tomando-se como base os dados de densidade relativa e de valor de importância, foram selecionadas 10 espécies para a determinação da densidade básica média. As densidades básicas das espécies foram obtidas com base em dados disponíveis na literatura, com exceção da *Vernonanthura diffusa*, cuja densidade foi determinada em laboratório (Quadro 10).

Quadro 10 – Densidade Relativa (DR), Valor de Importância (Vi) e Densidade Básica da Madeira (DBM) das espécies selecionadas na capoeira da Mata do seu Nico.

Espécies selecionadas	DR (%)	VI (%)	DBM (t.m⁻³)
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J. F. Macbr.	12,03	47,20	0,75
<i>Vernonanthura diffusa</i> (Less.) H. Rob.	11,03	22,90	0,34
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	6,77	22,90	0,73
<i>Piptocarpha macropoda</i> (DC.) Baker	7,52	20,90	0,48
<i>Luehea grandiflora</i> Mart.	2,76	14,70	0,64
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S. Irwin & Barneby	4,26	11,70	0,87
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	5,26	11,40	0,89

Continua...

Quadro 10, continuação.

Espécies selecionadas	DR (%)	VI (%)	DBM (t.m⁻³)
<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K. Schum.	4,26	11,20	0,57
<i>Xylopia sericea</i> A. St.-Hil.	2,51	7,05	0,53
<i>Trichilia pallida</i> Sw.	3,26	6,71	0,74
Total	176,66		

A partir da densidade básica média ponderada (0,65 t.m⁻³) e dos volumes calculados segundo o Quadro 2, obteve-se uma biomassa média do fuste sem casca igual a 21,62 t.ha⁻¹/parcela e um estoque de carbono médio igual a 10,81 ± 4,68 t.ha⁻¹/parcela (Quadro 11).

Quadro 11 – Estimativas de biomassa (t.ha⁻¹) e carbono (t.ha⁻¹) na capoeira por parcela.

Parcelas	Biomassa (t.ha⁻¹)	C (t.ha⁻¹)
1	17,78	8,89
2	38,07	19,04
3	15,45	7,73
4	22,58	11,29
5	16,11	8,05
6	6,55	3,28
7	15,51	7,75
8	31,62	15,81
9	29,94	14,97
10	22,58	11,29
Média	21,62	10,81

A média da biomassa do fuste foi menor do que o valor encontrado por Saldarriaga et al. (1988) que, em um estudo sobre o desenvolvimento sucessional na região Amazônica, encontrou valores iguais a 56,4 t.ha⁻¹ e 43,1 t.ha⁻¹, para biomassa do fuste em áreas de floresta secundária com 40 e 60 anos, respectivamente. Essa diferença pode ser devido à presença de distúrbios, tais como o gado e ação de efeitos de borda, e ao fato da quantificação da biomassa não ter abrangido a casca, que corresponde, em média a 21,8% (Watzlawick et al., 2002) da biomassa total de uma árvore.

Avaliando-se os estudos nos quais foi obtida a biomassa acima do solo, ou seja, incluindo-se não só o fuste, como também galhos e folhas, no bioma Mata

Atlântica, observa-se que as estimativas de biomassa são significativamente maiores do que as encontradas no presente trabalho (Quadro 12).

Quadro 12 – Estimativas de biomassa e carbono em florestas de Mata Atlântica com diferentes idades.

Autor	Idade	Local	Biomassa (t.ha⁻¹)	Carbono (tC.ha⁻¹)
Pompéia apud Burger (2005)	25 anos	Cubatão (SP)	186,4 64,6*	–
Tanizaki- Fonseca (2000)	20 anos 40 anos	Rio de Janeiro	30 ± 10 150 ± 45	–
Tiepolo (2002)	Floresta secund. jovem Floresta secund. média	Paraná	–	42,89 101,96

* Áreas muito poluídas.

Considerando-se que a biomassa do tronco corresponda a cerca de 66% da biomassa total acima do solo (Segura & Kanninen, 2005), verifica-se que os valores de biomassa encontrados nos estudos citados permanecem acima do valor encontrado no presente estudo, quando se tenta inferir a biomassa apenas do tronco em cada um deles.

O valor médio de biomassa do tronco (21,62 t.ha⁻¹) juntamente com o valor médio de área basal obtido para a capoeira avaliada (12,33 m².ha⁻¹) não condizem com o de uma floresta que apresenta um histórico de cerca de 30 anos sem ser desmatada. Além da constante presença do gado na capoeira, do uso de um DAP mínimo de inclusão igual a 5 cm e ao fato da quantificação da biomassa não ter abrangido a casca, uma provável causa que pode estar contribuindo para os baixos valores encontrados é a forma estreita e comprida da área do fragmento no qual a capoeira se encontra (Figuras 2 e 3).

Laurance et al. (1997) demonstrou que a fragmentação leva à perdas significativas de biomassa, principalmente nas áreas com distâncias menores do que 100 metros da borda do fragmento, nas quais os efeitos de borda são incisivos.

Levando-se em conta que a área do fragmento no qual a capoeira se encontra apresenta, em sua parte mais larga, cerca de 165 metros de largura, observa-se que

toda essa área está sujeita aos efeitos de borda, o que contribui significativamente para os baixos valores de biomassa de fuste e área basal encontrados.

No que se refere ao carbono fixado na biomassa, verifica-se que também há um declínio devido à alta taxa de mortalidade de indivíduos de maior volume e idade e um aumento no número de indivíduos menores e lianas (que geralmente apresentam menor densidade da madeira) resultantes dos processos de sucessão. Esses indivíduos costumam estocar substancialmente menos carbono do que os indivíduos de maior volume (Nascimento & Laurance, 2004).

Outro ponto a ser ressaltado é a dependência da proporção do incremento de biomassa com o uso anterior presente na área e da duração desse uso. Gehring et al. (2005) aponta que os impactos negativos do uso prolongado da terra no estoque de biomassa é mais evidente na regeneração inicial e que essas diferenças tendem a diminuir com o passar do tempo.

Esse fato está de acordo com as conclusões de Steininger (2000), que em um estudo sobre os efeitos do uso da terra por longos períodos no acúmulo de biomassa na Amazônia, observou que os efeitos do uso da terra sob a forma de pastagem por longos períodos, com uso moderado, era pouco significativo nas taxas de acumulação de biomassa da regeneração em longo prazo.

Entretanto, esse mesmo autor ressalta que no caso da área sofrer um uso muito intensivo, como agricultura mecanizada ou uma pastagem por um longo período de tempo, a taxa de acumulação de biomassa tende a ser severamente inibida devido ao pequeno número de sementes no solo. O mesmo foi observado por Ferguson et al. (2003), Moran et al. (1996) e Silver et al. (2000).

3.3.3. Pastagem

A quantificação da biomassa da pastagem e seu estoque de carbono estão apresentados no Quadro 13.

Observou-se que a média de biomassa na pastagem foi de $0,84 \text{ t.ha}^{-1}$, sendo que a maior e menor quantidade de biomassa foram encontradas na parcelas 2 e 13, respectivamente. No que se refere ao estoque de carbono, obteve-se uma média de $0,42 \pm 0,18 \text{ tC.ha}^{-1}$ estocado na pastagem.

Esse valor foi semelhante ao encontrado por Tiepolo (2002), no qual se obteve um estoque de carbono igual a 0,7 tC.ha⁻¹ em pastagens localizadas em uma área de Mata Atlântica no Paraná.

Segundo a Embrapa (2007), a fim de se obter máxima produtividade dos animais e se manter o potencial de produção da pastagem, é recomendado que um resíduo foliar variando entre 1,5 a 2,0 t.ha⁻¹ de biomassa seca seja mantido, considerando-se o uso de espécies tropicais. Comparando-se a média da biomassa da pastagem obtida com essa recomendação, verifica-se que não está sendo feito um manejo adequado da pastagem em algumas das áreas avaliadas.

Quadro 13 – Estimativas de biomassa (t.ha⁻¹) e carbono (tC.ha⁻¹) da pastagem por parcela.

Parcelas	Biomassa (t.ha⁻¹)	Estoque de carbono (tC.ha⁻¹)
1	1,67	0,84
2	1,00	0,50
3	1,26	0,63
4	1,31	0,65
5	1,33	0,66
6	0,60	0,30
7	1,11	0,55
8	0,86	0,43
9	1,00	0,50
10	0,80	0,40
11	0,60	0,30
12	1,05	0,52
13	0,50	0,25
14	0,46	0,23
15	0,70	0,35
16	0,60	0,30
17	0,33	0,16
18	0,70	0,35
19	0,56	0,28
20	0,36	0,18
Média	0,84	0,42

3.4. Gradiente de carbono ao longo da sucessão florestal

Os resultados de quantificação da biomassa e estoque de carbono, obtidos para a floresta primária, capoeira e pastagem, permitem que seja possível avaliar a variação do estoque de carbono ao longo da sucessão florestal, conforme a Figura 9,

supondo-se que se parta de uma pastagem para uma composição semelhante à floresta primária.

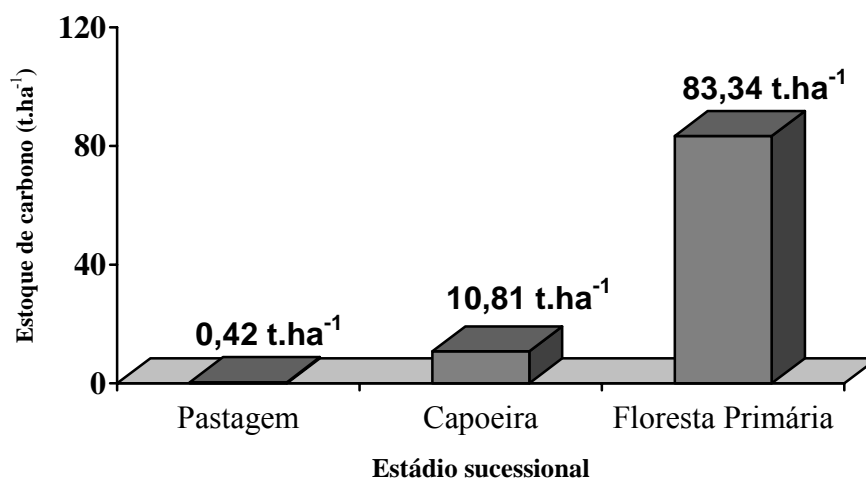


Figura 9 – Variação do estoque de carbono (t.ha⁻¹) ao longo da sucessão florestal.

A existência desse gradiente de estoque de carbono é de grande relevância para projetos de florestamento e reflorestamento no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, especialmente se a conservação florestal vier a se tornar uma prática elegível, pois é uma forma de se estimar a quantidade de créditos de carbono que será gerada após certo período de tempo.

Deste modo, é possível propor uma atividade de projeto que vise a restauração de uma floresta em uma área degradada, com o objetivo de conservação florestal, a partir de estimativas geradas por um gradiente de estoque de carbono. Após a implantação da atividade de projeto, se constataria se realmente foi atingida a estimativa proposta, por meio do contínuo monitoramento.

O Brasil apresenta um grande número de áreas degradadas em seu território o que representa uma oportunidade para o desenvolvimento de atividades de projetos que visem a recuperação e conservação dessas áreas como forma de mitigar gases de efeito estufa e gerar créditos de carbono.

Dessa forma, observa-se que estudos que visem a quantificação do estoque de carbono em diferentes estágios sucessionais são relevantes, pois podem contribuir para aprovação de atividades de projetos no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Assim, além dos benefícios ambientais, também serão

promovidos benefícios econômicos por meio dos créditos de carbono gerados em atividades de projetos em países em desenvolvimento, como o Brasil.

4. CONCLUSÕES

Considerando-se os resultados apresentados no presente trabalho, foi possível concluir o seguinte:

- O fragmento florestal “Mata do seu Nico” apresentou estoque de carbono, para os fustes da floresta primária e capoeira, de $83,34 \pm 37,29 \text{ tC.ha}^{-1}$ e $10,81 \pm 4,68 \text{ tC.ha}^{-1}$, respectivamente. A pastagem que circunda o fragmento apresentou um estoque de carbono de $0,42 \pm 0,18 \text{ tC.ha}^{-1}$.
- Na capoeira, o baixo estoque de carbono obtido provavelmente se deve ao intenso efeito de borda, já que ela se localiza em uma área muito estreita do fragmento florestal, e à presença de gado.
- O gradiente de carbono na pastagem, capoeira e floresta primária representa a sucessão florestal e indica que a capacidade em “seqüestrar” e estocar carbono na superfície terrestre, aumenta da pastagem para a floresta primária ao longo da sucessão o que contribui para a minimização das mudanças climáticas.
- As estimativas obtidas para a floresta primária, capoeira e pastagem podem ser usadas como referência para o estabelecimento de projetos de florestamento/reflorestamento, no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, relacionados à recuperação de áreas degradadas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11941**: Madeira – Determinação da densidade básica. 2003. 6 p.

ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF**: ano base 2005. Brasília: ABRAF, 2006. 80 p.

ALVES, D. et al. Biomass of primary and secondary vegetation in Rondônia, western Brazilian Amazon. **Global Change Biology**, v. 3, n. 5, p. 451-461, oct. 1997.

BROWN, I.F. et al. Uncertainty in the biomass of Amazonian forests: an example from Rondônia, Brazil. **Forest ecology and management**, v. 75, n. 1-3, p. 175-189, jul. 1995.

CAMPOS, C.P. **A conservação das florestas no Brasil, mudança do clima e o mecanismo de desenvolvimento limpo do Protocolo de Quioto**. Rio de Janeiro, 2001. 169 p. Dissertação (Mestrado Planejamento Energético) – COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro.

CAMPOS, E.P. **Florística e estrutura horizontal da vegetação arbórea de uma ravina em um fragmento florestal no município de Viçosa-MG**. Viçosa, 2002. 61 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal de Viçosa.

CASTILHO, C.V. et al. Variation in aboveground tree live biomass in a central Amazonian Forest: Effects of soil and topography. **Forest ecology and management**, v. 234, n. 1-3, p. 85-96, out. 2006.

CETEC – FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. **Determinação de equações volumétricas aplicáveis ao manejo sustentado de florestas nativas no estado de Minas Gerais e outras regiões do país**. Belo Horizonte: SAT/CETEC, 1995. 295 p.

CETEC – FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. Diagnóstico ambiental do estado de Minas Gerais. **Série de Publicações Técnicas, 10**. Belo Horizonte: CETEC, 1983. 158 p.

COELHO, D.J.S.; SOUZA, A.L. Modelo de gestão florestal sustentável para microrregião de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 145-154, 2002.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 29, de 07 de dezembro de 1994**. Define vegetação primária e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica, considerando a necessidade de definir o corte, a exploração e a supressão da vegetação secundária no estágio inicial de regeneração no Espírito Santo. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legi.cfm>>. Acesso em: 5 mar. 2007.

CORRÊA, G.F. **Modelo de evolução e mineralogia da fração argila de solos do Planalto de Viçosa, MG**. Viçosa, 1984. 87 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa.

COTTA, M. K. **Quantificação de biomassa e análise econômica do consórcio seringueira-cacau para geração de créditos de carbono**. Viçosa, 2005. 89 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa.

EMBRAPA. **Tecnologias – Pastagem**. Disponível em: <<http://www.cpa0.embrapa.br/tecnologias/integracao/pastagem.html>>. Acesso em: 6 mar. 2007.

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, jun. 2001.

FEARNSIDE, P.M. Greenhouse gases from deforestation in Brazilian Amazon: net committed emissions. **Climatic Change**, v. 35, n. 3, p. 321-360, mar. 1997.

FERGUSON, B.G.; VANDERMEER, J.; MORALES, H. & GRIFFITH, D.M. Post-agricultural succession in El Petén, Guatemala. **Conservation Biology**, v. 17, n. 3, p. 818-828, jun 2003.

FOLSTER, H. et al. Tropical evergreen forest site with perched water table, Magdalena-Valley, Columbia biomass and bioelement inventory of primary and secondary vegetation. **Oecologia Plantarum**, v. 11, p. 297-320, 1976.

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, out. 2003.

GEHRING, C. et al. Resilience of secondary forest regrowth after slash-and-burn agriculture in central Amazonia. **Journal of Tropical Ecology**, v. 21, n. 5, p. 519-527, set. 2005.

IBAMA. **Flora**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/flora/home.htm>>. Acesso em: 26 fev. 2007.

IRSIGLER, D.T. **Composição florística e estrutura de um trecho primitivo de floresta estacional semidecidual em Viçosa, MG**. Viçosa, 2002. 61 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal de Viçosa.

JORDAN, C.F.; UHL, C. Biomass of a “tierra firme” forest of the Amazon Basin. **Oecologia Plantarum**, v. 13, p. 387-400, 1978.

KLINGE, H. et al. Biomass and structure in a central Amazonian rainforest. p. 115-122. In: GOLLEY, F.B. & MEDINA, E. **Tropical ecological systems: Trends in terrestrial and aquatic research**. New York: Springer Verlag, 1975. 398 p.

LAURENCE, W.F. et al. Biomass Collapse in Amazonian Forest Fragments. **Science**, v. 278, n. 5340, p. 1117-1118, nov. 1997.

LAURENCE, W.F. et al. Relationship between soils and Amazon forest biomass: a landscape-scale study. **Forest ecology and management**, v. 118, n. 1-3, p. 127-138, jun. 1999.

MISSOURI BOTANICAL GARDEN. **w³TROPICOS**. Disponível em: <<http://www.mobot.org/>>. Acesso em: 14 fev. 2007.

MORAN, E.F. et al. Restoration of vegetation cover in the eastern Amazon. **Ecological Economics**, v. 18, n. 1, p. 41-54, jul. 1996.

NASCIMENTO, H.E.M.; LAURANCE, W.F. Biomass dynamics in Amazonian forest fragments. **Ecological Applications**, Supplement, v. 14, n. 4, p. S127-S138, ago. 2004.

NASCIMENTO, H.E.M.; LAURANCE, W.F. Total aboveground biomass in central Amazonian rainforests: a landscape-scale study. **Forest ecology and management**, v. 168, n. 1-3, p. 311-321, set. 2002.

PINTO, S.I.C. **Florística, estrutura e ciclagem de nutrientes em dois trechos de floresta estacional semidecidual na reserva florestal Mata do Paraíso, Viçosa-MG**. Viçosa, 2005. 110 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa.

POMPÉIA, S.L. Sucessão secundária da Mata Atlântica em áreas afetadas pela poluição atmosférica. In: BURGER, D.M. **Modelos alométricos para estimativa da fitomassa de Mata Atlântica na Serra do Mar, SP**. São Paulo, 2005. 112 p. Tese (Doutorado em Ciências) – IB/ Universidade de São Paulo.

REZENDE, S.B. **Estudo da crono-sequência em Viçosa – MG**. Viçosa, 1971. 71 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa.

RIBAS, R.F. et al. Composição florística de dois trechos em diferentes etapas serais de uma Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 821-830, nov./dez. 2003.

SALDARRIAGA, J.G. et al. Long-term chronosequence of forest succession in the upper Rio Negro of Colombia and Venezuela. **Journal of Ecology**, v. 76, p. 938-958, 1988.

SANTOS, M.L. **Composição florística e estrutura de um trecho de floresta estacional semidecidual primária na Zona da Mata de Minas Gerais**. Viçosa, 2005. 49 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal de Viçosa.

SCHAAF, L.B. et al. Alteração na estrutura diamétrica de uma floresta ombrófila mista no período entre 1979 e 2001. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 283-295, 2006.

SEGURA, M.; KANNINEN, M. Allometric models for tree volume and total aboveground biomass in a tropical humid forest in Costa Rica. **Biotropica**, v. 37, n. 1, p. 2-8, mar. 2005.

SILVA, A.F. et al. Composição florística e grupos ecológicos das espécies de um trecho de floresta semidecídua submontana da Fazenda São Geraldo, Viçosa-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 311-319, maio/jun. 2003.

SILVA F. et al. Teor e composição do óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) em dois horários e duas épocas de colheita. Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu, v. 6, n. 1, p. 33-38, 2003. apud CASTELLANI, D.C. et al. Produção de óleo essencial em catuaba (*Trichilia catigua* A. Juss) e negramina (*Siparuna guianensis* Aubl.) em função da época de colheita. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 8, n. 4, p. 62-65, 2006.

SILVER, W.L. et al. The potential for carbon sequestration through reforestation of abandoned tropical agricultural and pasture lands. **Restoration Ecology**, v. 8, n. 4, p. 394-407, dez. 2000.

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**, Viçosa, v. 26, n. 5, p. 533-539, set./out. 2002.

SOARES JÚNIOR, F.J. **Composição florística e estrutura de um fragmento de floresta estacional semidecidual na Fazenda Tico-Tico, Viçosa, MG**. Viçosa, 2000. 68 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal de Viçosa.

SOS MATA ATLÂNTICA. **Mata Atlântica**. Disponível em: <<http://www.sosmatatlantica.org.br>>. Acesso em: 22 fev. 2007.

STEININGER, M.K. Secondary forest structure and biomass following short and extended land-use in central and southern Amazonia. **Journal of Tropical Ecology**, v. 16, n. 5, p. 689-708, nov. 2000.

TANIZAKI-FONSECA, K. **Impacto do uso da terra no estoque e fluxo de carbono na área de domínio da Mata Atlântica: estudo de caso, estado do Rio de Janeiro**. Niterói, 2000. 212 p. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Federal Fluminense.

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.

VALVERDE, O. Estudo regional da Zona da Mata, de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, p. 3-82, jan./mar. 1958.

VELOSO, H.P.; FILHO, A.L.R.R.; LIMA, J.C. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 125 p.

VIANA, V.M. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p. 25-42, dez. 1998.

WATZLAWICK, L.F. et al. Fixação de carbono em floresta ombrófila mista em diferentes estágios de regeneração. In: SANQUETTA, C.R. et al. **As Florestas e o Carbono**. Curitiba: UFPR, 2002. Parte 8, p. 153-173.

CAPÍTULO 3

ANÁLISE ECONÔMICA DA IMPLEMENTAÇÃO DE PROJETOS FLORESTAIS PARA A GERAÇÃO DE CRÉDITOS DE CARBONO

RESUMO

RIBEIRO, Sabina Cerruto, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2007.
Análise econômica da implementação de projetos florestais para a geração de créditos de carbono. Orientador: Laércio Antônio Gonçalves Jacovine. Co-Orientadores: Carlos Pedro Boechat Soares e Sebastião Venâncio Martins.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade econômica de cinco cenários (Florestamento/reflorestamento com espécies nativas e venda antecipada dos créditos de carbono - FRVA, Florestamento/reflorestamento com espécies nativas e venda dos créditos de carbono ao longo dos anos - FRVL, Capoeira com venda antecipada dos créditos de carbono - C, Floresta primária - FP e Floresta primária com serviços ambientais - FPSA), considerando-se a geração de créditos de carbono. A estimativa do estoque de carbono foi obtida a partir de dados do estudo “Quantificação de biomassa e do carbono estocado em uma pastagem e em dois estádios sucessionais da Mata Atlântica”, que foi realizado no fragmento florestal conhecido como “Mata do Seu Nico”, formado por floresta primária, capoeira e pastagem a ele circundante, situado no Sítio Bom Sucesso, no município de Viçosa. A contabilização dos créditos de carbono gerados se deu por meio do fator 3,67, que corresponde ao peso atômico do CO₂ (44) dividido pelo peso atômico do carbono (12). A análise econômica foi feita para um horizonte de planejamento de 30 anos e os critérios econômicos utilizados foram o valor presente líquido (VPL), o valor anual equivalente (VAE) e a taxa interna de retorno (TIR). O preço da tonelada de CO_{2(eq)} foi de US\$ 10,90.tCO₂⁻¹ (mercado Quioto) ou US\$ 3,25.tCO₂⁻¹ (mercado paralelo à Quioto), dependendo do cenário se enquadrar ou não nas regras do Protocolo de Quioto. O estoque de carbono estimado para a floresta primária, capoeira e pastagem foi de 83,34 ± 37,29 tC.ha⁻¹, 10,81 ± 4,68 tC.ha⁻¹ e 0,42 ± 0,18 tC.ha⁻¹, respectivamente. A análise econômica demonstrou que no caso do FRVA e FP, os cenários foram economicamente viáveis, enquanto que os cenários FRVL, C e FPSA foram economicamente inviáveis. Os recursos a fundo perdido representaram uma alternativa para a viabilização econômica do cenário C. O Brasil ainda não utiliza o potencial de suas florestas como forma de geração de créditos de carbono. Os resultados apresentados no presente trabalho podem balizar as tomadas de decisões e dar subsídios para a elaboração mais segura de projetos que venham a

pleitear sua aprovação no âmbito do MDL ou em mercados paralelos às regras oficiais de Quioto, como a Bolsa do Clima de Chicago.

Palavras-chave: Créditos de carbono, viabilidade econômica, projetos florestais.

1. INTRODUÇÃO

O efeito estufa natural é responsável por manter a temperatura da Terra cerca de 30 °C mais aquecida e permitir a existência de vida no planeta. Entretanto, nas últimas décadas tem sido observada a intensificação do efeito estufa devido ao aumento da concentração de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera terrestre.

A concentração excessiva de GEE é advinda essencialmente de atividades antrópicas, principalmente a partir do período pós-Revolução Industrial. Como consequência desse aumento de concentração, diversas alterações de cunho climático podem ser desencadeadas, tais como o derretimento de geleiras, aumento do nível do mar e mudanças de temperatura.

Visando-se mitigar esse fenômeno, foi proposto em 1997, durante a 3ª Conferência das Partes, o Protocolo de Quioto. Segundo esse Protocolo, as emissões de GEE deveriam ser reduzidas em 5,0 % no período de 2008 a 2012, que corresponde ao primeiro período de compromisso.

Considerando-se que, segundo o Protocolo, os países (Partes) possuem responsabilidades comuns, porém diferenciadas, as partes integrantes do Protocolo de Quioto foram divididos em partes Anexo I, que possuem metas de redução, e partes não- Anexo I, que não possuem metas de redução.

O Protocolo previa ainda a criação de três mecanismos de flexibilização: Implementação Conjunta, Comércio de Emissões e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Dentre esses mecanismos, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) é o único que prevê a participação de países não-Anexo I.

Segundo o MDL, um país Anexo I poderá estabelecer uma atividade de projeto em um país não-Anexo I e, ao final deste, serão gerados créditos de carbono (CCs), que poderão ser transacionadas no mercado de créditos de carbono, que representa um dos meios no qual o pagamento por serviços ambientais está sendo debatido intensamente.

Dentre as diversas modalidades de projetos de MDL, o florestamento e o reflorestamento enquadram-se como as únicas alternativas previstas para projetos que visem a remoção de emissões de GEE. Entretanto, essa categoria de projetos encontra diversos empecilhos para sua aprovação devido a problemas relacionados com as metodologias de quantificação e temporariedade dos créditos.

A questão do estoque de carbono em florestas está centrada no processo de fotossíntese que promove a fixação de carbono em forma de matéria lenhosa nos vegetais (Chang, 2004). Essa fixação de carbono na biomassa ocorre de forma diferenciada segundo o estágio sucessional, a idade, regime de manejo, composição de espécies e estoque de carbono nos componentes de cada espécie (Watzlawick et al., 2004).

Em vista do exposto, o presente trabalho teve como objetivo principal avaliar a viabilidade econômica de cinco cenários visando a geração de créditos de carbono. Os objetivos específicos foram estimar os principais custos e receitas, assim como proceder à análise econômica dos cinco cenários, considerando-se diferentes valores de venda do crédito de carbono, ano da venda e o pagamento pelo serviço ambiental do estoque de carbono na biomassa arbórea florestal.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Descrição da área de estudo

Esse trabalho foi elaborado com base nos dados de estoque de carbono provenientes do estudo “Quantificação de biomassa e do carbono estocado em uma pastagem e em dois estágios sucessionais da Mata Atlântica”, que foi realizado no fragmento florestal conhecido como “Mata do Seu Nico”, situado no Sítio Bom Sucesso.

2.2. Cenários avaliados

A análise da viabilidade econômica foi feita com base em cinco cenários propostos, conforme a seguir:

- Florestamento/reflorestamento com espécies nativas e venda antecipada dos créditos (FRVA): supôs-se que a venda dos créditos de carbono se daria toda no ano 1. A análise econômica foi feita considerando-se os custos de oportunidade da terra, cercamento, elaboração de um projeto no âmbito do MDL e demais custos de implantação e manutenção de uma floresta.

- Florestamento/reflorestamento com espécies nativas e venda dos créditos de carbono ao longo dos anos (FRVL): supôs-se que a venda dos créditos de carbono ocorreria todos os anos, com base no que a floresta aumentou de estoque em cada ano. Os custos são os mesmos do FRVA.
- Capoeira com venda antecipada (C): supôs-se a venda do estoque de carbono presente em uma capoeira, juntamente com o que cresceria ao longo do projeto, no ano 1. Nesse caso, no fluxo de caixa foram levados em conta os custos de oportunidade da terra, cercamento, manutenção de aceiros e elaboração de um projeto no âmbito do MDL.
- Floresta primária (FP): supôs-se o mesmo que em C, ou seja, a venda do estoque de carbono presente no ano 1 mais o que cresceria ao longo do projeto. Os custos foram os mesmos de C.
- Floresta primária com serviços ambientais (FPSA): supôs-se o recebimento anual de um montante, a “bolsa carbono”, referente ao pagamento pelo serviço ambiental de manter o estoque de carbono na biomassa arbórea florestal. Os custos referiram-se aos custos de oportunidade da terra, cercamento e manutenção de aceiros.

2.3. Estimativa do estoque de carbono

Os estoques de carbono estimados na floresta primária e capoeira, com base no estudo “Quantificação de biomassa e do carbono estocado em uma pastagem e em dois estádios sucessionais da Mata Atlântica”, estão apresentados no Quadro 1. É importante ressaltar que os valores obtidos para a floresta primária e capoeira correspondem a apenas ao carbono fixado na biomassa do fuste sem casca.

Quadro 1 – Estimativas do estoque de carbono ($t \cdot ha^{-1}$) na floresta primária, capoeira e pastagem.

Estádio sucessionais	Estoque de carbono ($t \cdot ha^{-1}$)
Floresta primária	83,34 ± 37,29
Capoeira	10,81 ± 4,68
Pastagem	0,42 ± 0,18

Fonte: Dados do autor.

As estimativas de carbono em outros compartimentos florestais foram obtidos com base em estudos de Higuchi & Carvalho Jr. (1994) e Reis et al. (1994). Assim, considerou-se que os percentuais de copa, raiz e indivíduos com DAP < 5 cm foram de 25%, 20% e 15%, respectivamente. Entretanto, esses percentuais foram usados apenas para os cenários Capoeira com venda antecipada (C), Floresta Primária (FP) e Floresta primária com serviços ambientais (FPSA), pois nos cenários Florestamento/reflorestamento com espécies nativas e venda antecipada dos créditos (FRVA) e Florestamento/reflorestamento com espécies nativas e venda dos créditos de carbono ao longo dos anos (FRVL) considerou-se que o incremento médio anual utilizado já contemplava estes compartimentos da floresta.

2.4. Quantificação dos créditos de carbono gerados (CCs)

Para a quantificação dos CCs gerados fez-se a conversão da média do estoque de carbono encontrado para toneladas de CO₂ equivalente, pois as negociações no mercado de créditos de carbono são feitas em CO₂ equivalente.

Dessa forma, utilizou-se um fator de conversão igual a 3,67 (Face Foundation (1993) citado por Cotta, 2005), que corresponde ao peso atômico do CO₂ (44) dividido pelo peso atômico do carbono (12).

É importante ressaltar que para a geração dos CCs no âmbito do MDL ser válida, deve ser considerada a diferença entre o total do carbono fixado dentro do limite do projeto, ao final do ciclo, e às emissões de gases de efeito estufa em consequência da implementação do projeto (queima de combustíveis fósseis, uso de fertilizantes, entre outros), mais a quantidade de carbono presente na área antes da implantação do projeto (Decisão 19/CP. 9). No presente estudo foram desconsideradas as emissões causadas pela implementação do projeto. Assim, considerou-se que a linha de base ou cenário de referência seria uma pastagem degradada, na qual o estoque de carbono era igual a $0,42 \pm 0,18 \text{ t.ha}^{-1}$, conforme o Quadro 1.

2.5. Fluxo de caixa

O fluxo de caixa simboliza as estimativas de custos e receitas de recursos monetários em certo projeto produtivo ao longo do tempo. A diferença entre os custos e as receitas representa o resultado líquido do fluxo de caixa (Santos et al., 2002). Nesse estudo foi apresentado um fluxo de caixa resumido contendo os principais custos e receitas dos cinco cenários avaliados (FRVA, FRVL, FP, FPSA e C).

A abrangência do fluxo de caixa foi estabelecida para um período de 30 anos já que esse é o período máximo de obtenção dos créditos de carbono, para projetos florestais no âmbito do MDL, sem que haja necessidade de revisão da linha de base pela Entidade Operacional Designada (CQNUMC, 2003).

2.5.1. Custos

Os custos avaliados na análise econômica estão relacionados às fases de implantação e manutenção de 1 hectare de floresta nativa, conforme Promata (2007). Supôs-se um plantio com espaçamento igual a 3 x 2 m. As atividades de cada uma dessas fases e seus insumos são os seguintes:

- Implantação da floresta
 - Cercamento;
 - Roçada;
 - Coveamento;
 - Plantio;
 - Roçada pós-plantio;
 - Combate a formigas;
 - Adubação.
 - Insumos:
 - Mudas;
 - Adubo;
 - Formicida.

- Manutenção anual da floresta
 - Limpeza de aceiros: permanente;
 - Combate a formigas: permanente;
 - Insumo: Formicida

É importante ressaltar que o custo com a mão-de-obra já está embutido nos custos de implantação e manutenção da floresta apresentados no fluxo de caixa.

No que se refere ao custo da terra, ele foi obtido considerando-se o custo de oportunidade da terra e o valor da terra na região de Viçosa. O valor da terra utilizado foi determinado junto às corretoras de imóveis de Viçosa, para propriedades maiores de 100 ha e com pastagens degradadas, que teriam potencial de implementação de projetos de carbono. Assim, o custo de oportunidade foi calculado multiplicando-se o valor da terra pela taxa de desconto adotada.

Além dos custos citados, existem os custos associados com o desenvolvimento de um projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). No presente trabalho avaliaram-se os custos com a elaboração do documento de concepção do projeto e a contratação de uma Entidade Operacional Designada (EOD), que é responsável pela validação, verificação e certificação da atividade de projeto.

Segundo DTI (2005), os custos de elaboração do documento de concepção do projeto, da validação e do monitoramento/verificação variam entre £ 15,000 - £ 54,000, £ 4,000 - £ 18,000 e £ 3,000 - £ 10,000, respectivamente. Tomando-se valores médios, é possível inferir que os custos seriam de R\$ 138.000, R\$ 44.000 e R\$ 26.000, o que totaliza R\$ 208.000,00 (considerando £ 1.00 igual a R\$ 4,00). Entretanto, como os cenários que envolvem a conservação florestal (C, FP) não se enquadram nas regras do Protocolo de Quioto e as fases para a geração dos créditos de carbono são menos complexas, foi adotado que esses cenários teriam um custo de elaboração equivalente a 50% do total, isto é, de R\$ 104.000,00.

No que se refere à área necessária de plantio, ela foi estimada considerando-se a fixação de $150.000 \text{ tCO}_2 \cdot \text{ano}^{-1}$, que corresponde ao tamanho médio de projetos existentes no âmbito do MDL segundo Haites (2004). Assim, com base nessa fixação e na capacidade de geração de créditos de carbono de cada cenário, estimou-se a área necessária em hectares. A seguir, uma média dos valores obtidos para os cenários FRVA, FRVL, FP e C foi calculada a fim de se padronizar um tamanho de área de plantio. O cenário FPSA não foi incluído nessa média, pois ele não se enquadra como projeto para geração de créditos de carbono. O custo por hectare foi obtido diluindo-se o custo total associado com o desenvolvimento do projeto no âmbito MDL pela área a ser conservada. No presente trabalho foi considerado que esse custo ocorreu no ano de implantação do projeto florestal.

2.5.2. Receitas

O cálculo das receitas foi feito de forma diferenciada, segundo o estoque de carbono e o preço de venda dos créditos de carbono, considerando cada um dos cenários avaliados:

- Florestamento/reflorestamento com espécies nativas e venda antecipada dos créditos (FRVA): o estoque de carbono, calculado considerando-se um incremento médio anual de $11,01 \text{ tCO}_{2(\text{eq})} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ (Fearnside & Guimarães, 1996), foi de $330,30 \text{ tCO}_{2(\text{eq})} \cdot \text{ha}^{-1}$. Como esse cenário é elegível no âmbito do MDL, considerou-se um valor de venda dos créditos de carbono compatível com os mercados que seguem as normas do Protocolo de Quioto. Assim, adotou-se $\text{US\$ } 10,90 \cdot \text{tCO}_{2(\text{eq})}^{-1}$, conforme Capoor & Ambrosi (2007).
- Florestamento/reflorestamento com espécies nativas e venda dos créditos de carbono ao longo dos anos (FRVL): o estoque de carbono no ano 1 foi calculado pela diferença entre o estoque presente nesse ano ($11,01 \text{ tCO}_{2(\text{eq})} \cdot \text{ha}^{-1}$) e o já presente na pastagem degradada ($2,06 \text{ tCO}_{2(\text{eq})} \cdot \text{ha}^{-1}$), o que resultou em $8,95 \text{ tCO}_{2(\text{eq})} \cdot \text{ha}^{-1}$. Nos demais anos considerou-se um incremento médio anual de $11,01 \text{ tCO}_{2(\text{eq})} \cdot \text{ha}^{-1}$. Da mesma forma que o FRVA, adotou-se um valor de $\text{US\$ } 10,90 \cdot \text{tCO}_{2(\text{eq})}^{-1}$.
- Capoeira com venda antecipada (C): o estoque de carbono presente foi calculado considerando-se um estoque de $68,43 \text{ tCO}_{2(\text{eq})} \cdot \text{ha}^{-1}$, enquanto que o estoque advindo do crescimento nos 30 anos seguintes com base em um incremento periódico anual de $7,34 \text{ tCO}_{2(\text{eq})} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ (Fearnside & Guimarães, 1996). Como essa modalidade de projeto ainda não é válida no âmbito do MDL, considerou-se um valor de venda dos créditos de carbono compatível com mercados paralelos ao Protocolo de Quioto. Assim, adotou-se $\text{US\$ } 3,25 \cdot \text{tCO}_{2(\text{eq})}^{-1}$, conforme a Bolsa do Clima de Chicago (CCX, 2007).
- Floresta primária (FP): o estoque do carbono presente mais o crescimento foi calculado considerando-se um estoque de $717,53 \text{ tCO}_{2(\text{eq})} \cdot \text{ha}^{-1}$ e um incremento periódico anual de $4,04 \text{ tCO}_{2(\text{eq})} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$, que corresponde a um valor intermediário ao apresentado por Higuchi et al. (2004) e Philips et al. (1998). Como essa modalidade de projeto ainda não é válida no âmbito do MDL, adotou-se um valor de $\text{US\$ } 3,25 \cdot \text{tCO}_{2(\text{eq})}^{-1}$, da mesma forma que na capoeira.

- Floresta primária com serviços ambientais (FPSA): o estoque de carbono usado para o cálculo da receita foi de 527,61 tCO_{2(eq)}.ha⁻¹ e o valor da tCO_{2(eq)} igual ao da FP, mas considerou-se que se receberia anualmente pelos serviços ambientais o equivalente ao custo de oportunidade desse estoque, isto é, seu valor multiplicado pela taxa de desconto adotada.

2.6. Taxa de desconto

Segundo Lima Júnior et al. (1997), as taxas de desconto tradicionalmente usadas em projetos florestais costumam variar entre 6 a 12% ao ano.

Portanto, decidiu-se adotar uma taxa de desconto de 10% ao ano, conforme as recomendações do Centro de Estudos Integrados sobre o Meio Ambiente e Mudanças Climáticas do Ministério do Meio Ambiente no documento publicado em MMA (2002), que trata da Proposta Revisada de Critérios e Indicadores de Elegibilidade para a Avaliação de Projetos Candidatos ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil.

2.7. Análise econômica

A análise econômica teve como finalidade avaliar a viabilidade econômica dos cenários propostos com a inserção da receita proveniente da venda dos créditos de carbono sob diferentes preços e anos de venda.

Os critérios de avaliação econômica de projetos adotados nesse estudo foram os seguintes: Valor Presente Líquido (VPL), Valor Anual Equivalente (VAE) e Taxa Interna de Retorno (TIR), conforme Rezende & Oliveira (2001).

2.7.1. Valor Presente Líquido (VPL)

O Valor Presente Líquido representa a diferença positiva entre receitas e custos, atualizado de acordo com determinada taxa de desconto.

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

em que:

C_j = custo no final do ano j ou do período de tempo considerado;

R_j = receita no final do ano j ou do período de tempo considerado;

i = taxa de desconto; e

n = duração do projeto, em anos.

O projeto será economicamente viável quando o VPL for maior do que zero.

2.7.2. Valor Anual Equivalente (VAE)

O Valor Anual Equivalente é um critério econômico que transforma o valor presente líquido em um fluxo anual e constante de receitas/custos, de duração igual ao horizonte do projeto.

$$VAE = \frac{VPL * i}{[1 - (1+i)^{-n}]} \quad [2]$$

em que:

VPL = Valor Presente Líquido;

i = taxa de desconto;

n = duração do projeto, em anos.

O projeto será considerado economicamente viável quando o VAE for maior do que zero, indicando que os benefícios periódicos são maiores do que os custos periódicos.

2.7.3. Taxa Interna de Retorno (TIR)

A Taxa Interna de Retorno é 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 igual a zero.

$$\sum_{j=0}^n R_j(1+TIR)^{-j} = \sum_{j=0}^n C_j(1+TIR)^{-j} \quad [3]$$

em que:

R_j = receita no final do ano j ou do período de tempo considerado;

C_j = custo no final do ano j ou do período de tempo considerado;

TIR = taxa interna de retorno; e

n = duração do projeto, em anos.

Um projeto será viável economicamente se sua TIR for maior do que a taxa mínima de atratividade do capital, que no presente trabalho é igual a 10%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Quantificação das Créditos de Carbono gerados (CC)

Para as estimativas dos CCs gerados nos diversos cenários estudados foram levados em consideração o estoque de carbono ($tC.ha^{-1}$) na floresta primária, capoeira e pastagem (Quadro 2).

Quadro 2 – Estoque de carbono na floresta primária, capoeira e pastagem por hectare.

Estádio sucessional	Estoque de carbono ($tC.ha^{-1}$)
Floresta primária	$83,34 \pm 37,29$
Capoeira	$10,81 \pm 4,68$
Pastagem	$0,42 \pm 0,18$

A partir destes dados foram elaborados os fluxos de caixa para os diversos cenários avaliados.

3.2. Fluxo de caixa

3.2.1. Florestamento/reflorestamento com espécies nativas e venda antecipada dos créditos (FRVA)

O fluxo de caixa simplificado das atividades relacionadas ao FRVA é apresentado no Quadro 3. O fluxo de caixa completo pode ser visualizado no Anexo 3. A grande maioria dos custos concentraram-se no ano 1, havendo apenas os custos relacionados com a limpeza de aceiros, combate a formigas e custo de oportunidade da terra nos anos subsequentes.

A receita obtida com a venda dos créditos de carbono, considerando-se que 1 tCO_{2(eq)} no mercado vale US\$ 10,90, foi de R\$ 7.166,94.ha⁻¹ (para US\$ 1,00 igual a R\$ 2,00).

Quadro 3 – Fluxo de caixa para o FRVA, considerando-se o estoque de 330,30 tCO_{2(eq)}.ha⁻¹ e US\$ 10,90.tCO_{2(eq)}⁻¹.

<i>Ano</i>	<i>Custos</i>		<i>Receitas</i>		<i>Resultado líquido (R\$.ha⁻¹)</i>
	<i>Fonte de custos</i>	<i>R\$.ha⁻¹</i>	<i>Fonte de receitas</i>	<i>R\$.ha⁻¹</i>	
<i>1</i>	Custo oportunidade da terra	300,00	CCs	7.166,94	4.725,51
	Cercamento	582,61			
	Elaboração de projeto no MDL	291,40			
	Implantação	1.267,42			
<i>2</i>	Manutenção	362,00			-362,00
.		.			.
.		.			.
.		.			.
<i>30</i>	Manutenção	362,00			-362,00

Fonte: Adaptado de Promata (2007).

3.2.2. Florestamento/reflorestamento com espécies nativas e venda dos créditos de carbono ao longo dos anos (FRVL)

O fluxo de caixa simplificado das atividades relacionadas ao FRVL está apresentado no Quadro 4, sendo que o fluxo de caixa completo pode ser visualizado no Anexo 4. Da mesma forma que o FRVA (Quadro 3), o fluxo de caixa para o FRVL apresentou a grande maioria dos custos no ano 1 havendo apenas os custos

relacionados com a limpeza de aceiros, custo de oportunidade da terra e combate a formigas nos anos subseqüentes.

As receitas obtidas a partir da venda dos créditos de carbono ao longo do projeto, foram de R\$ 206,42 no ano 1 e de R\$ 240,02 do segundo ao trigésimo ano, considerando 1 tCO_{2(eq)} valendo US\$ 10,90 (para US\$ 1,00 igual a R\$ 2,00).

Quadro 4 – Fluxo de caixa para o FRVL, considerando-se o estoque de 11,01 tCO_{2(eq)}.ha⁻¹ e US\$ 10,90.tCO_{2(eq)}⁻¹.

<i>Ano</i>	<i>Custos</i>		<i>Receitas</i>		<i>Resultado líquido (R\$.ha⁻¹)</i>
	<i>Fonte de custos</i>	<i>R\$.ha⁻¹</i>	<i>Fonte de receitas</i>	<i>R\$.ha⁻¹</i>	
<i>1</i>	Custo oportunidade da terra	300,00	CCs	206,42	-2.235,01
	Cercamento	582,61			
	Elaboração de projeto no MDL	291,40			
<i>2</i>	Implantação	1.267,42			
	Manutenção	362,00		240,02	-121,98
.
.
<i>30</i>	Manutenção	362,00		240,02	-121,98

Fonte: Adaptado de Promata (2007).

3.2.3. Capoeira com venda antecipada (C)

O fluxo de caixa simplificado das atividades relacionadas à C estão apresentados no Quadro 5. O fluxo de caixa completo pode ser visualizado no Anexo 5. Os custos no ano 1 referem-se aos custos de oportunidade da terra, cercamento e elaboração do projeto de MDL, havendo apenas os custos relacionados com a limpeza de aceiros e custo de oportunidade da terra nos anos subseqüentes.

A receita obtida com a venda dos créditos de carbono, considerando-se que 1 tCO_{2(eq)} no mercado vale US\$ 3,25 foi de R\$ 1.876,10 (para US\$ 1,00 igual a R\$ 2,00).

Quadro 5 – Fluxo de caixa para a C, considerando-se o estoque de 68,43 tCO_{2(eq)}.ha⁻¹ e US\$ 3,25.tCO_{2(eq)}⁻¹.

<i>Ano</i>	<i>Custos</i>		<i>Receitas</i>		<i>Resultado líquido (R\$.ha⁻¹)</i>
	<i>Fonte de custos</i>	<i>R\$.ha⁻¹</i>	<i>Fonte de receitas</i>	<i>R\$.ha⁻¹</i>	
	Custo oportunidade da terra	300,00			
1	Cercamento	582,61	CCs	1.876,10	847,79
	Elaboração de projeto no MDL	145,70			
2	Manutenção	340,00			-340,00
.		.			.
.		.			.
.		.			.
30	Manutenção	340,00			-340,00

Fonte: Adaptado de Promata (2007).

3.2.4. Floresta primária (FP)

O fluxo de caixa simplificado das atividades relacionadas à FP estão apresentados no Quadro 6. O fluxo de caixa completo pode ser visualizado no Anexo 6. Do mesmo modo que em C, os custos no ano 1 englobam os custos de oportunidade da terra, cercamento e elaboração do projeto de MDL, havendo apenas os custos relacionados com a limpeza de aceiros e custo de oportunidade da terra nos anos subsequentes.

A receita obtida com a venda dos créditos de carbono foi de R\$ 5.451,17, considerando-se que 1 tCO_{2(eq)} no mercado vale US\$ 3,25 (para US\$ 1,00 igual a R\$ 2,00).

Quadro 6 – Fluxo de caixa para a FP, considerando-se o estoque de 717,53 tCO_{2(eq)}.ha⁻¹ e US\$ 3,25.tCO_{2(eq)}⁻¹.

<i>Ano</i>	<i>Custos</i>		<i>Receitas</i>		<i>Resultado líquido (R\$.ha⁻¹)</i>
	<i>Fonte de custos</i>	<i>R\$.ha⁻¹</i>	<i>Fonte de receitas</i>	<i>R\$.ha⁻¹</i>	
	Custo oportunidade da terra	300,00			
1	Cercamento	582,61	CCs	5.451,17	4.422,86
	Elaboração de projeto no MDL	145,70			
2	Manutenção	340,00			-340,00
.		.			.
.		.			.
.		.			.
30	Manutenção	340,00			-340,00

Fonte: Adaptado de Promata (2007).

3.2.5. Floresta primária com serviços ambientais (FPSA)

O fluxo de caixa simplificado das atividades relacionadas à FPSA estão apresentados no Quadro 7. O fluxo de caixa completo pode ser visualizado no Anexo 7. Os custos no ano 1 referem-se aos custos de oportunidade da terra e cercamento, havendo apenas os custos relacionados com a limpeza de aceiros e custo de oportunidade da terra nos anos subseqüentes.

A receita anual obtida com o pagamento pelo serviço ambiental do estoque de carbono na biomassa arbórea florestal, considerando-se que o valor 1 tCO_{2(eq)} é de US\$ 3,25, foi variável ao longo dos anos devido ao crescimento da floresta.

Quadro 7 – Fluxo de caixa para a FPSA, considerando-se o estoque de 527,61 tCO_{2(eq)}.ha⁻¹ e US\$ 3,25.tCO_{2(eq)}⁻¹.

<i>Ano</i>	<i>Custos</i>		<i>Receitas</i>		<i>Resultado líquido (R\$.ha⁻¹)</i>
	<i>Fonte de custos</i>	<i>R\$.ha⁻¹</i>	<i>Fonte de receitas</i>	<i>R\$.ha⁻¹</i>	
1	Custo oportunidade da terra	300,00	Serviços ambientais	342,95	-539,66
	Cercamento	582,61			
2	Manutenção	340,00	Serviços ambientais	347,06	7,06
3	Manutenção	340,00	Serviços ambientais	351,22	11,22
4	Manutenção	340,00	Serviços ambientais	355,44	15,44
5	Manutenção	340,00	Serviços ambientais	359,70	19,70
6	Manutenção	340,00	Serviços ambientais	364,02	24,02
7	Manutenção	340,00	Serviços ambientais	368,39	28,39
8	Manutenção	340,00	Serviços ambientais	372,81	32,81
9	Manutenção	340,00	Serviços ambientais	377,28	37,28
10	Manutenção	340,00	Serviços ambientais	381,81	41,81
11	Manutenção	340,00	Serviços ambientais	386,39	46,39
12	Manutenção	340,00	Serviços ambientais	391,03	51,03
13	Manutenção	340,00	Serviços ambientais	395,72	55,72
14	Manutenção	340,00	Serviços ambientais	400,47	60,47
15	Manutenção	340,00	Serviços ambientais	405,27	65,27
16	Manutenção	340,00	Serviços ambientais	410,13	70,13
17	Manutenção	340,00	Serviços ambientais	415,06	75,06
18	Manutenção	340,00	Serviços ambientais	420,04	80,04
19	Manutenção	340,00	Serviços ambientais	425,08	85,08
20	Manutenção	340,00	Serviços ambientais	430,18	90,18
21	Manutenção	340,00	Serviços ambientais	435,34	95,34
22	Manutenção	340,00	Serviços ambientais	440,56	100,56
23	Manutenção	340,00	Serviços ambientais	445,85	105,85
24	Manutenção	340,00	Serviços ambientais	451,20	111,20
25	Manutenção	340,00	Serviços ambientais	456,61	116,61
26	Manutenção	340,00	Serviços ambientais	462,09	122,09

Continua...

Quadro 7, continuação.

<i>Ano</i>	<i>Custos</i>		<i>Receitas</i>		<i>Resultado líquido (R\$.ha⁻¹)</i>
	<i>Fonte de custos</i>	<i>R\$.ha⁻¹</i>	<i>Fonte de receitas</i>	<i>R\$.ha⁻¹</i>	
28	Manutenção	340,00	Serviços ambientais	473,25	133,25
29	Manutenção	340,00	Serviços ambientais	478,92	138,92
30	Manutenção	340,00	Serviços ambientais	484,67	144,67

Fonte: Adaptado de Promata (2007).

3.3. Análise econômica

Os critérios de avaliação de projetos (VPL, TIR e VAE) usados na análise econômica dos cinco cenários, sob uma taxa de desconto de 10% a.a. e um período de 30 anos, apontam que os cenários FRVA, FP e são economicamente viáveis; já os cenários FRVL, C e FPSA foram inviáveis economicamente.

3.3.1. Florestamento/reflorestamento com espécies nativas e venda antecipada dos créditos (FRVA)

Os resultados da análise econômica, pelos critérios de avaliação utilizados para o cenário do FRVA, estão apresentados no Quadro 8.

Quadro 8 – Análise econômica do FRVA, utilizando-se VPL, TIR e VAE.

Cenário	VPL (R\$.ha⁻¹)	TIR (%a.a.)	VAE (R\$.ha⁻¹.ano⁻¹)
FRVA	1.212,46	6,39%	197,32

Segundo os critérios do VPL e VAE o projeto foi considerado economicamente viável, pois o VPL e VAE foram maiores do que zero. A TIR apresentou um valor menor do que a taxa mínima de atratividade, que no caso do presente trabalho foi de 10% a.a., o que torna o projeto inviável. Porém, não é recomendado apenas o uso do critério da TIR para a avaliação de projetos. Assim, o projeto pode ser considerado viável economicamente.

A situação presente nesse cenário, apesar de ser a de maior risco, é a mais comum nos atuais projetos de MDL no mercado. Ao invés de se receber os créditos de carbono à medida que são gerados, decide-se por fazer uma venda antecipada dos mesmos, com o risco ficando por conta do investidor ou comprador.

Outro ponto que não pode deixar de mencionado é a questão do tamanho da propriedade, algo que afeta não só esse cenário como os demais. Segundo os cálculos do presente trabalho, é necessária uma propriedade de 713,80 ha para se garantir a fixação de 150.000 tCO₂.ano⁻¹, que é o tamanho médio de projetos para que se tenha potencial de implementação de projetos de carbono. Entretanto, o tamanho dessa propriedade é acima de 4 módulos fiscais (132 ha) (Araujo Júnior et al., 2006), que é o tamanho máximo de uma pequena propriedade, segundo a lei 8.629/93 (Brasil, 1993).

Esse fato inviabiliza a participação de pequenos produtores em projetos que visem a geração de créditos de carbono com características semelhantes aos cenários apresentados no presente trabalho. Em função disso, uma possível alternativa seria a formação de cooperativas ou associações de pequenos agricultores a fim de que se elaborasse um projeto considerando a área do grupo e não apenas as áreas individuais. Além disso, essa alternativa permitiria que os custos de elaboração do projeto fossem divididos por todo o grupo o que facilitaria ainda mais a inclusão de pequenos produtores nesse mercado.

3.3.2. Florestamento/reflorestamento com espécies nativas e venda dos créditos de carbono ao longo dos anos (FRVL)

Os resultados da análise econômica, pelos critérios de avaliação utilizados para o cenário do FRVL, estão apresentados no Quadro 9.

Quadro 9 – Análise econômica do FRVL, utilizando-se VPL, TIR e VAE.

Cenário	VPL (R\$.ha⁻¹)	TIR (%a.a.)	VAE (R\$.ha⁻¹.ano⁻¹)
FRVL	-3.070,85	-	-499,77

Com base nos critérios do VPL e VAE, o projeto foi considerado economicamente inviável, pois o VPL e VAE foram menores do que zero. No que tange a TIR, não foi possível calculá-la pois o resultado líquido do projeto é sempre negativo ao longo dos anos. Para que o projeto fosse viável, o valor mínimo da tonelada de CO₂(eq) deveria ser de US\$ 26,01.

O cenário de venda dos créditos de carbono à medida que o carbono é fixado pela floresta é a forma mais segura do investidor adquirir créditos de carbono.

Entretanto, do lado do produtor não seria viável economicamente. Assim, o produtor deve procurar investidores que tenham disposição em adquirir os créditos antecipadamente.

3.3.3. Capoeira com venda antecipada (C)

Os resultados da análise econômica, pelos critérios de avaliação utilizados para o cenário da C, estão apresentados no Quadro 10.

Quadro 10 – Análise econômica da C, utilizando-se VPL, TIR e VAE.

Cenário	VPL (R\$.ha ⁻¹)	TIR (%a.a.)	VAE (R\$.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)
C	-2.125,35	40,10%	-345,89

Segundo os valores de VPL e VAE obtidos pela análise econômica da C, o projeto seria economicamente inviável já que ambos os critérios foram menores do que zero. No que se refere ao critério da TIR, o projeto seria economicamente viável, pois o valor obtido foi maior do que a taxa mínima de atratividade. No entanto, não é recomendado apenas o uso do critério da TIR para a avaliação de projetos. Dessa forma, o projeto pode ser considerado inviável economicamente. Para que o projeto fosse viável, o valor mínimo da tonelada de CO_{2(eq)} deveria ser de US\$ 7,30.

Assim, para que projetos deste tipo fossem implementados, seria necessária a presença de mecanismos que pudessem viabilizar este tipo de projeto. Nesse contexto, os recursos a fundo perdido surgem como uma opção interessante para a sua viabilização econômica.

Dentre os fundos de carbono que se encaixam na categoria de fundo perdido (*closed-end fund*), isto é, fundos que financiam projetos que visam redução/remoção de emissões de gases de efeito estufa sem expectativa de retorno do montante investido, tem-se que os mais expressivos são *BioCarbon Fund*, *Global Environmental Facility* (GEF) e o *European Carbon Fund* (ECF).

O *BioCarbon Fund* é específico para o financiamento de projetos que seqüestrem ou conservem gases de efeito estufa em florestas, sistemas agroflorestais e outros ecossistemas. Criado em maio de 2004, ele faz parte de um dos nove fundos criados pelo Banco Mundial com o objetivo de financiar atividades relacionadas ao mercado de carbono como forma de garantir que países pobres possam se beneficiar com as demandas internacionais relacionadas às mudanças climáticas (BioCF, 2007).

Uma das premissas do *BioCarbon Fund* é a de que os projetos devem atender aos requisitos da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) para o MDL, relacionados ao desenvolvimento sustentável (social e ambiental). Nesse ponto, é ressaltada a importância da contínua participação social no projeto, já que se considera que a presença de benefícios sociais tende a garantir que o carbono seqüestrado, como consequência das atividades do projeto, permanecerá estocado por mais tempo (BioCF, 2004).

Avaliando-se o fluxo de caixa do cenário C (Quadro 5), observa-se que poucas seriam as atividades que envolveriam ativamente a participação das comunidades envolvidas já que a longo prazo apresentam-se apenas atividades ligadas à manutenção do entorno da floresta em regeneração. Assim, um projeto que visasse unicamente a conservação florestal, baseada no cenário do presente trabalho, provavelmente não seria elegível no *BioCarbon Fund*. Para ampliar a chance de aprovação, seria interessante que se buscasse embutir o aspecto social no projeto, o que implicaria no desenvolvimento de atividades paralelas à conservação florestal, como o manejo florestal.

Outro fundo que se enquadra na categoria de fundo perdido é o *Global Environmental Facility* (GEF), criado em 1991 como mecanismo financeiro da UNFCCC. O GEF está subordinado à Conferência das Partes (COP), que é responsável pelo estabelecimento das políticas de mudanças climáticas, prioridades do programa e critérios de elegibilidade para financiamento de projetos pelo GEF (UNFCCC, 2007).

O objetivo do GEF é fomentar projetos que beneficiem o meio ambiente global, como é o caso de projetos ligados ao Manejo Integrado de Ecossistemas, que é o único dos seus quinze programas operacionais (GEF, 2007), que combina aspectos ligados às mudanças climáticas e florestas.

Esse programa inclui investimentos que visem à reabilitação ou manejo de áreas por meio do manejo florestal sustentável a fim de se gerar diversos benefícios, tais como a redução de emissões líquidas ou aumento do seqüestro de gases de efeito estufa em ecossistemas aquáticos ou terrestres (GEF, 2002). Além disso, juntamente aos benefícios ambientais devem estar presentes os benefícios sociais que incluem a criação de oportunidades para a geração de renda nas comunidades como forma de fortalecer a economia local e reduzir a pobreza (FAO, 2003).

Outro ponto relevante no Manejo Integrado de Ecossistemas é a questão do financiamento. Devido ao aumento do custo e à grande abrangência desse programa operacional, o GEF enfatiza a necessidade do co-financiamento e divisão dos custos, por meio de parcerias com entidades públicas e privadas, além de ONGs.

Portanto, as condições de elegibilidade dos projetos no GEF são ainda mais rigorosas do que às apresentadas pelo *BioCarbon Fund* já que seu foco é muito voltado para questões ligadas ao manejo florestal e benefícios sociais, não havendo menção para ações voltadas diretamente à conservação florestal. Além disso, há a questão da dificuldade do financiamento, já que se está sujeito ao estabelecimento de parcerias para a implementação do projeto. Assim, dadas as condições apresentadas, é mais provável que um projeto que vise a conservação florestal, como forma de geração de créditos de carbono, seja elegível no *BioCarbon Fund* do que no GEF.

O *European Carbon Fund* (ECF), por sua vez, foi criado em abril de 2005 e tem como objetivo principal financiar o componente de carbono, de projetos ligados ao meio ambiente, e prover liquidez para o Esquema de Comércio de Emissões da União Européia (EU ETS). Esse fundo é privado e atua em projetos do EU ETS, MDL e Implementação Conjunta, que promovam a redução de $50.000 \text{ tCO}_{2(\text{eq.})} \cdot \text{ano}^{-1}$ à $1.000.000 \text{ tCO}_{2(\text{eq.})} \cdot \text{ano}^{-1}$, nas categorias de energia renovável, recuperação de metano, eficiência energética e troca de combustível (ECF, 2007). Até o momento, o ECF não financia nenhum tipo de projeto ligado à mudança do uso da terra, o que inviabiliza a participação de projetos voltados para a conservação florestal nesse fundo.

3.3.4. Floresta primária (FP)

Os resultados da análise econômica, pelos critérios de avaliação utilizados para o cenário da FP, estão apresentados no Quadro 11.

Quadro 11 – Análise econômica da FP, utilizando-se VPL, TIR e VAE.

Cenário	VPL (R\$.ha ⁻¹)	TIR (%a.a.)	VAE (R\$.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)
FP	1.124,72	6,42%	183,04

No cenário da FP foram obtidos valores de VPL e VAE positivos, o que evidencia que o projeto é economicamente viável. O critério da TIR, por sua vez,

apresentou um valor menor do que a taxa mínima de atratividade o que implica na não viabilidade econômica do projeto. Entretanto, conforme mencionado anteriormente, não se deve usar apenas esse critério para a avaliação de projetos. Assim, o projeto pode ser considerado economicamente viável.

3.3.5. Floresta primária com serviços ambientais (FPSA)

Os resultados da análise econômica, pelos critérios de avaliação utilizados para o cenário da FPSA, estão apresentados no Quadro 12.

Quadro 12 – Análise econômica da FP, utilizando-se VPL, TIR e VAE.

Cenário	VPL (R\$.ha ⁻¹)	TIR (%a.a.)	VAE (R\$.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)
FPSA	-120,79	7,95%	-19,66

Os critérios VPL e VAE apontaram que o projeto é economicamente inviável, pois seus valores foram menores do que zero. A TIR, por sua vez, foi menor do que a taxa mínima de atratividade, o que também indica que o projeto é economicamente inviável.

O cenário avaliado prevê a venda de serviços ambientais, que podem ser definidos, do ponto de vista econômico, como componentes da natureza que são diretamente aproveitados, consumidos ou usados para aumentar o bem-estar humano (Boyd & Banzhaf, 2006). Fearnside (2003) destaca como possíveis serviços ambientais a manutenção da diversidade biológica, a manutenção dos estoques carbono e a ciclagem de água. É possível notar que dentre os serviços ambientais citados, as florestas participam, direta ou indiretamente, em cada um deles.

Grieg-Gran et al. (2005) identificaram quatro serviços ambientais, reconhecidos atualmente no mercado, pelos os quais as florestas são responsáveis: seqüestro de carbono, proteção de bacias hidrográficas, conservação da biodiversidade e beleza cênica. No caso do cenário FPSA, foi dado destaque à questão do seqüestro de carbono florestal e, mais especificamente, ao estoque de carbono no componente arbóreo da biomassa, na forma de um pagamento anual denominado de “bolsa carbono”.

O pagamento de serviços ambientais especificamente para o estoque de carbono na biomassa ainda é algo raro no Brasil. Uma iniciativa pioneira foi a do Estado do Amazonas que instituiu, em 04 de junho de 2007, a Política Estadual sobre

Mudanças Climáticas, Conservação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Amazonas. Essa política criou o Fundo Estadual de Mudanças Climáticas, Conservação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável que é o responsável pelo desenvolvimento do Programa Bolsa Floresta (Amazonas, 2007).

O Programa Bolsa Floresta é um benefício anual pago às famílias que moram em regiões florestais e comprovadamente contribuam com a preservação das mesmas. O valor recebido será proporcional ao desmatamento evitado, segundo aferições do Inpa, e poderá chegar a até R\$ 600,00 por ano. Esse montante virá da venda do carbono armazenado na biomassa, para pessoas físicas e empresas nacionais e estrangeiras, em mercados paralelos àqueles que seguem as normas vigentes do Protocolo de Quioto, já que a manutenção de florestas existentes ainda não é válida no âmbito do mesmo. Os possíveis compradores do carbono armazenado na biomassa receberão certificados pelo desmatamento evitado que poderão vir a ser usados no futuro, caso passem a ser aceitos no mercado de créditos de carbono (Arruda, 2007).

No caso desse programa, verifica-se que o montante pago é correspondente ao desmatamento evitado e não à quantidade de carbono estocado na biomassa, sendo assim distinto do que o proposto no cenário FPSA. Entretanto, o objetivo final do mesmo é semelhante ao do presente trabalho, isto é, gerar renda para aqueles que conservem a floresta em pé.

Levando-se em consideração programas existentes em outros países, o Programa de Pagamento por Serviços Ambientais da Costa Rica (PPSA) merece destaque, pois é um dos programas de pagamento por serviços ambientais mais complexo e institucionalizado do mundo (Mayrand & Paquin, 2004).

O PPSA, cuja gestão se dá pelo Fundo Nacional de Financiamento Florestal (FONAFIFO) e pelo Sistema Nacional de Áreas de Conservação (SINAC), tem como objetivos a proteção de florestas primárias, a regeneração de florestas secundárias e a implantação de florestas plantadas para atender demandas industriais de madeira e outros produtos florestais. Por meio desse programa, os proprietários de terra recebem pagamentos pelos serviços ambientais que suas áreas produzem quando são adotadas técnicas de uso do solo e de manejo florestal que não tenham impactos negativos no meio ambiente.

O valor do pagamento varia segundo o tipo do contrato, sendo igual a US\$ 210,00.ha⁻¹, US\$ 327,00.ha⁻¹ e US\$ 537,00.ha⁻¹ para a conservação florestal, manejo

florestal sustentável e reflorestamento, respectivamente. O pagamento é feito ao longo de cinco anos com porcentagens distintas por ano, de acordo com o tipo de contrato. No que se refere às reduções de emissões promovidas, em todos os casos o proprietário da terra é obrigado a ceder seus direitos de venda para a FONAFIFO, que realizará a transação no mercado internacional (Malavasi & Kellenberg, 2007).

Apesar de o PPSA apresentar boas propostas, Mock et al. (2005) destaca que diversos obstáculos, comuns à grande maioria dos programas de pagamentos por serviços ambientais, estão presentes, sendo a inclusão de pessoas de baixa renda nesse programa o primordial deles. Neste sentido, pode ser citada a necessidade de se comprovar a posse da terra; as restrições quanto ao uso da terra, tais como proibições relacionadas à criação de gado e a exigência de alguns contratos de manter a floresta intocada por um período de 15 anos, por exemplo; os altos custos de transação, devido à necessidade de estudos de manejo da área e contratação de profissionais especializados; e a necessidade de investimento em novos materiais e treinamento a fim de se fazer a adequação da atividade praticada na área com os requisitos do PPSA. Assim, observa-se que a participação de pessoas de baixa renda em muitos casos será inviabilizada devido à falta de recursos para atender a todos os critérios e exigências necessários.

Em uma avaliação comparativa do PPSA com o proposto no presente trabalho, verifica-se que existem diferenças pois, da mesma forma que o Programa Bolsa Floresta, o valor pago para o proprietário da área corresponde a um valor fixo, segundo o tipo de contrato a ser executado. Assim, o PPSA não promove pagamentos proporcionais ao que está estocado na propriedade. Além disso, apesar de algumas vezes o horizonte do projeto do PPSA ser de 15 anos, o pagamento pelos serviços ambientais se dá apenas nos primeiros 5 anos e não ao longo de todo o horizonte do projeto, como aqui proposto.

Outro exemplo de pagamento de serviços ambientais, relacionados ao estoque de carbono na biomassa, seria o Projeto Scolel Té, implantado em Chiapas, o estado mais pobre do México. Esse projeto é considerado um dos primeiros esforços para tornar o mercado internacional de créditos de carbono benéfico às comunidades pobres (Mock et al., 2005).

Por meio desse programa, criado em 1994, os créditos de carbono são vendidos pelo Fundo BioClimático (fundo local), na bolsa do Clima de Chicago (CCX), à compradores interessados não apenas em atingir suas metas de redução de

emissões, mas também ao uso de práticas inovadoras de produção. Dois - terços do lucro da venda dos créditos de carbono são direcionados aos fazendeiros que participam desse projeto, o que gera uma renda que varia entre US\$ 300,00 à US\$ 1.800,00 por ano para cada família (Ambiente Brasil, 2006).

Os fazendeiros participantes, juntamente com atores locais, criam planos de manejo que combinam agricultura com o plantio de árvores, incluindo cercas-vivas, plantações de café sombreado e sistemas agroflorestais, por meio de atividades que utilizem o conhecimento tradicional da comunidade. Os planos de manejo prevêm também a venda regular de produtos madeireiros e não-madeireiros, o que representa uma renda adicional ao pagamento pelos serviços ambientais (Scherr et al., 2004). Devido à variedade de fontes de receita, o programa torna-se mais atrativo aos fazendeiros (Mock et al., 2005).

Observa-se que o Projeto Scolel Té, no que se refere ao pagamento por serviços ambientais, possui uma proposta semelhante ao apresentado no cenário FPSA, já que as famílias recebem uma renda anual que corresponde ao estoque de carbono na biomassa de suas plantações. A diferença reside no fato desse projeto considerar também a geração de créditos de carbono por culturas agrícolas e não apenas por indivíduos arbóreos.

Outro ponto interessante desse programa, é que o montante recebido advém diretamente da venda dos créditos de carbono em mercados paralelos aos de Quioto, no caso a CCX, por um fundo local (Fundo BioClimático). Além disso, a receita gerada por cada propriedade é em grande parte direcionada para a família responsável pela mesma. Essa estratégia é muito interessante já que se recebe segundo o que é estocado na propriedade, não havendo um valor fixo que muitas vezes pode estar abaixo do que seria recebido com a venda dos créditos de carbono.

Conforme pôde ser observado, o Brasil, apesar de possuir extensas áreas florestais, ainda não utiliza o potencial das mesmas como geradoras de serviços ambientais relacionados ao estoque de carbono na biomassa arbórea, ao contrário de países como a Costa Rica e o México. Por isso, a proposição de um mecanismo como a “bolsa carbono” é muito relevante pois, além de fornecer subsídios para o estabelecimento de políticas que visem a implantação do pagamento de serviços ambientais correspondentes ao estoque de carbono na biomassa arbórea, pode representar uma alternativa para a Amazônia, por exemplo.

O estabelecimento de projetos florestais de remoção de carbono implica que nos limites dos mesmos a área estará sob o controle do país proponente do projeto. Assim, o estabelecimento de diversos projetos de carbono na Amazônia, por exemplo, poderia afetar as tomadas de decisões do Brasil sobre o que fazer nas áreas abrangidas por eles. Esse fato é ainda agravado quando se considera que projetos florestais de remoção de carbono têm um período mínimo de duração de 20 a 30 anos, caso não haja renovação do contrato.

Dessa forma, a bolsa carbono seria uma forma de se manter o carbono fixado e, ao mesmo tempo, contribuir para a conservação da floresta e mitigação das mudanças climáticas sem a perda da autonomia na região. Além disso, se estaria contribuindo para o desenvolvimento do país, por meio da geração de benefícios para populações regionais, que ficam muitas vezes à mercê do processo de estabelecimento de políticas públicas.

No que se refere à inviabilidade econômica do cenário proposto, é importante que seja levado em conta que a bolsa carbono não pode ser considerada a única receita advinda da manutenção da floresta em pé. Isso porque a utilização de produtos não-madeireiros também pode gerar receitas, por meio da implantação da apicultura e da venda de frutos, por exemplo. Além disso, há a questão do custo de oportunidade da terra, que na Amazônia é muito menor quando comparado ao valor usado no presente trabalho.

Dessa forma, observa-se que muitos desafios existem para a implementação da Bolsa Carbono, o que estimula a realização de mais estudos que possam balizar melhor esta proposta.

4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados apresentados no presente trabalho foi possível concluir que:

- A análise econômica dos cinco cenários avaliados (FRVA, FRVL, C, FP e FPSA), demonstrou que o FRVA (florestamento/reflorestamento com espécies nativas e venda antecipada dos créditos) e FP (floresta primária) são viáveis economicamente, enquanto que FRVL (Florestamento/reflorestamento com espécies nativas e venda dos créditos de carbono ao longo dos anos), C (capoeira com venda antecipada) e FPSA (Floresta primária com serviços ambientais) são inviáveis economicamente.
- Nos cenários de florestamento/reflorestamento a venda antecipada dos créditos de carbono (FRVA) é viável economicamente, enquanto que a venda a longo prazo (FRVL) é inviável. Assim, é recomendável que os produtores rurais identifiquem investidores que estejam dispostos a praticar esse tipo de negociação.
- O cenário da floresta primária (FP), como era de se esperar, foi viável economicamente, pois o estoque de carbono é alto e não se tem os custos de implantação de uma floresta.
- No cenário da capoeira com venda antecipada (C) também não se têm os custos iniciais de implantação de uma floresta, porém o estoque de carbono é baixo o que o torna inviável.
- O cenário de pagamento por serviços ambientais (FPSA) não foi viável economicamente, principalmente devido ao alto custo de oportunidade da terra. Assim, espera-se que em regiões com terras de menor preço, este tipo de projeto possa tornar-se viável.

- Os recursos a fundo perdido representam uma alternativa para a viabilização econômica do cenário C, porém para que esses recursos possam ser obtidos é necessário que também se incorporem questões sociais como, por exemplo, a participação de comunidades em atividades relacionadas ao projeto.

- O mecanismo bolsa carbono do cenário FPSA representa uma alternativa às práticas que possam vir a afetar as tomadas de decisões do Brasil sobre o que fazer nas áreas abrangidas por projetos de remoção de carbono.

- O Brasil ainda não utiliza o potencial de suas florestas como forma de geração de créditos de carbono. Os resultados apresentados no presente trabalho podem balizar aspectos econômicos e dar subsídios para a elaboração mais segura de projetos que venham a pleitear sua aprovação no âmbito do MDL ou de mercado paralelos às regras oficiais de Quioto, como a Bolsa do Clima de Chicago.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMAZONAS. **Lei nº. 3.135**, de 05 de junho de 2007. Institui a Política Estadual sobre Mudanças Climáticas, Conservação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Amazonas, e estabelece outras providências. Disponível em: <http://www.florestavivaamazonas.org.br/download/Lei_est_n_3135_de_050607.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2007.

AMBIENTE BRASIL. **Projeto mexicano é exemplo para mercado de carbono**. 2006. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/noticias/index.php3?action=ler&id=26302>>. Acesso em: 18 jun. 2007.

ARAUJO JUNIOR, A.F. et al. **Economia da disputa por terras em Minas Gerais**. Ibmec MG, Working Paper, 38. 2006. Disponível em: <<http://www.ceae.ibmecmg.br/wp/wp38.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2007.

ARRUDA, R. **Amazonas cria bolsa floresta para coibir desmatamento**. Estadão, 14 de junho de 2007. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/ultimas/nacional/noticias/2007/jun/14/41.htm>>. Acesso em: 15 jun. 2007.

BIOCF – BIOCARBON FUND. **About BioCF**. Disponível em: <<http://carbonfinance.org>>. Acesso em: 20 jun. 2007.

BIOCF – BIOCARBON FUND. Environmental and Social Benefits in the BioCarbon Fund. **Technical Note nº 3**, 2004. Disponível em: <<http://carbonfinance.org/docs/envandsocbenef.doc>>. Acesso em: 20 jun. 2007.

BOYD, J.; BANZHAF, S.P. What are ecosystem services? The Need for standardized environmental accounting units. **RFF DP 06-02**, fev. 2006. Disponível em: <<http://www.rff.org/rff/Documents/RFF-DP-06-02.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2007.

BRASIL. **Lei 8.629, de 25 de fevereiro de 1993**. Dispõe sobre a regulamentação dos dispositivos constitucionais relativos à reforma agrária, previstos no Capítulo III, Título VII, da Constituição Federal. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/L8629.htm>>. Acesso em: 21 jun. 2007.

CAPOOR, K.; AMBROSI, P. **State and trends of the carbon market 2007**. Washington: World Bank, 2007. 52 p. Disponível em: <<http://carbonfinance.org>>. Acesso em: 13 mai. 2007.

CCX – CHICAGO CLIMATE EXCHANGE. **Market data**. Junho de 2007. Disponível em: <<http://www.chicagoclimatex.com>>. Acesso em: 14 jun. 2007.

CHANG, M.Y. Seqüestro florestal de carbono no Brasil – Dimensões políticas socioeconômicas e ecológicas. In: SANQUETTA, C.R.; BALBINOT, R.; ZILLIOTTO, M.A. **Fixação de carbono: Atualidades, Projetos e Pesquisas**. Curitiba: 2º Simpósio Latino Americano sobre Fixação de Carbono, 2004. Parte 1, p. 15-37.

CQNUMC – Convenção Quadro das Nações Unidas para Mudanças Climáticas. Decision 19/CP. 9. Modalities and procedures for afforestation and reforestation project activities under the clean development mechanism in the first commitment period of the Kyoto Protocol. **Report of the Conference of the Parties on its ninth session, held at Milan from 1 to 12 december 2003**. Document FCCC/CP/2003/6/Add.2. Disponível em: <<http://unfccc.int/>>. Acesso em: 10 jun. 2007.

DTI - DEPARTMENT OF TRADE AND INDUSTRY. **Carbon Transaction costs and carbon project viability: a climate change projects office guide**. Disponível em: <<http://www.ecdti.co.uk>>. Acesso em: 13 mai. 2007.

ECF – EUROPEAN CARBON FUND. **About ECF**. Disponível em: <<http://www.europeancarbonfund.com/>>. Acesso em: 20 jun. 2007.

FACE FOUNDATION. Annual report 1993. In: COTTA, M.K. **Quantificação da biomassa e análise econômica do consórcio seringueira-cacau para geração de créditos de carbono**. Viçosa, 2005. 89 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Forests and climate change** – Instruments related to the United Nations Framework Convention on Climate Change and their potential for sustainable management in Africa. Working Paper, 2003. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/005/ac836e/ac836e00.htm>>. Acesso em: 21 jun. 2007.

FEARNSIDE, P.M. Desenvolvimento sustentável e serviços ambientais na Amazônia. In: XXVII Encontro Anual da ANPOCS. GT 11- O Desenvolvimento Sustentável em Questão na Amazônia Brasileira, 2003, Caxambu (MG). **Anais...** Meio digital.

FEARNSIDE, P.M.; GUIMARÃES, W.M. Carbon uptake by secondary forests in Brazilian Amazonia. **Forest ecology and management**, v. 80, n. 1-3, p. 35-46, jan. 1996.

GEF – GLOBAL ENVIRONMENTAL FACILITY. **About GEF**. Disponível em: <<http://www.gefweb.org>>. Acesso em: 21 jun. 2007.

GEF – GLOBAL ENVIRONMENTAL FACILITY. **Operational Program # 12: integrated ecosystem management**. 2002. Disponível em: <http://www.gefweb.org/Operational_Policies/Operational_Programs/OP_12_English.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2007.

GRIEG-GRAN, M. et al. How can market mechanisms for forest environmental services help the poor? Preliminary lessons from Latin America. **World Development**, v. 33, n. 9, p. 1511-1527, 2005.

HAITES, E. **Estimating the market potential for the Clean Development Mechanism**: Review of models and lessons learned. PCF*plus* Report 19. Washington, 2004. 102 p. Disponível em: <<http://carbonfinance.org/docs/EstimatingMarketPotential.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2007.

HIGUCHI, N. et al. Dinâmica e balanço do carbono da vegetação primária na Amazônia Central. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 34, n. 3, p. 295-304, 2004.

HIGUCHI, N.; CARVALHO JR., J.A.C. Fitomassa e conteúdo de carbono de espécies arbóreas da Amazônia. In: Seminário Emissão x Seqüestro de CO₂, 1994, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Companhia Vale do Rio Doce, 1994. p. 125-151.

LIMA JÚNIOR, V.B.; REZENDE, J.L.P.; OLIVEIRA, A.D. Determinação da taxa de desconto a ser usada na análise econômica de projetos florestais. **Revista Cerne**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 45-66, 1997.

MALAVASI, E.O.; KELLENBERG, J. **Program of payments for ecological services in Costa Rica**. Disponível em: <http://epp.gsu.edu/pferraro/special/lr_ortiz_kellenberg_ext.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2007.

MAYRAND, K.; PAQUIN, M. **Payments for environmental services**: a survey and assessment of current schemes. 2004. Disponível em: <http://www.cec.org/files/PDF/ECONOMY/PES-Unisfera_en.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2007.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Proposta revisada de critérios e indicadores de elegibilidade para avaliação de projetos candidatos ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)**. 2002. Disponível em: <<http://www.centroclima.org.br/ccpdf/criterio.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2007.

MOCK, G. et al. **The world resources 2005**: The wealth of the poor. Disponível em: <<http://www.grida.no/wrr/index.htm>>. Acesso em: 17 jun. 2007.

PHILLIPS, O.L. et al. Changes in the carbon balance of tropical forests: evidence from long-term plots. **Science**, v. 282, n. 5388, p. 439-442, out. 1998.

PROMATA - PROJETO DE PROTEÇÃO DA MATA ATLÂNTICA. **Custos programa PROMATA** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida de <ricardo.galeno@ief.mg.gov.br> em 08 mai. 2007.

REIS, M.G.F. et al. Seqüestro e armazenamento de carbono em florestas nativas e plantadas dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. In: Seminário Emissão x

Seqüestro de CO₂, 1994, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Companhia Vale do Rio Doce, 1994. p. 155-195.

REZENDE, J.L.P.; OLIVEIRA, A.D. **Análise econômica e social de projetos florestais**. Viçosa: UFV, 2001. 389 p.

SANTOS, M.J.; RODRIGUEZ, C.E.; WANDELLI, E.V. Avaliação econômica de quatro modelos agroflorestais em áreas degradadas por pastagens na Amazônia Ocidental. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 62, p. 48-61, dez. 2002.

SCHERR, S. et al. The current status and future potential of markets for the ecosystem services provided by tropical forests. **ITTO Technical Series**, n. 21. 2004. Disponível em: <http://www.itto.or.jp/live/Live_Server/724/TS21e.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2007.

UNFCCC - UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. **Financial mechanism**. Disponível em: <<http://unfccc.int>>. Acesso em: 21 jun. 2007.

WATZLAWICK, L.F. et al. Teores de carbono em espécies da floresta ombrófila mista. In: SANQUETTA, C.R.; BALBINOT, R.; ZILLIOTTO, M.A. **Fixação de carbono: Atualidades, Projetos e Pesquisas**. Curitiba: 2º Simpósio Latino Americano sobre Fixação de Carbono, 2004. Parte 6, p. 95-109.

CONCLUSÕES GERAIS

Com base nos resultados obtidos neste estudo, as seguintes conclusões gerais podem ser apresentadas:

- O fragmento florestal Mata do Seu Nico apresentou estoques de carbono, para os fustes sem casca da floresta primária e capoeira, de $83,34 \pm 37,29 \text{ tonC.ha}^{-1}$ e $10,81 \pm 4,68 \text{ tonC.ha}^{-1}$, respectivamente. A pastagem que circunda o fragmento apresentou um estoque de carbono de $0,42 \pm 0,18 \text{ tonC.ha}^{-1}$.
- Na capoeira, o baixo estoque de carbono obtido provavelmente se deve ao intenso efeito de borda e à presença de gado.
- O gradiente de carbono na pastagem, capoeira e floresta primária representa a sucessão florestal e indica a capacidade da floresta em “seqüestrar” e estocar carbono na superfície terrestre contribuindo, assim, para a minimização das mudanças climáticas.
- A análise econômica dos cinco cenários avaliados (FRVA, FRVL, C, FP e FPSA), demonstrou que o FRVA (florestamento/reflorestamento com espécies nativas e venda antecipada dos créditos) e FP (floresta primária) são viáveis economicamente, enquanto que FRVL (Florestamento/reflorestamento com espécies nativas e venda dos créditos de carbono ao longo dos anos), C (capoeira com venda antecipada) e FPSA (Floresta primária com serviços ambientais) são inviáveis economicamente.
- Nos cenários de florestamento/reflorestamento a venda antecipada dos créditos de carbono (FRVA) é viável economicamente, enquanto que a venda a longo prazo (FRVL) é inviável. Assim, é recomendável que os produtores rurais identifiquem investidores que estejam dispostos a praticar esse tipo de negociação.

- O cenário da floresta primária (FP), como era de se esperar, foi viável economicamente, pois o estoque de carbono é alto e não se tem os custos de implantação de uma floresta.
- No cenário da capoeira com venda antecipada (C) também não se têm os custos iniciais de implantação de uma floresta, porém o estoque de carbono é baixo o que o torna inviável.
- O cenário de pagamento por serviços ambientais (FPSA) não foi viável economicamente, principalmente devido ao alto custo de oportunidade da terra. Assim, espera-se que em regiões com terras de menor preço, este tipo de projeto possa tornar-se viável.
- Os recursos a fundo perdido representam uma alternativa para a viabilização econômica do cenário C, porém para que esses recursos possam ser obtidos é necessário que também se incorporem questões sociais como, por exemplo, a participação de comunidades em atividades relacionadas ao projeto.
- O mecanismo bolsa carbono do cenário FPSA representa uma alternativa às práticas que possam vir a afetar as tomadas de decisões do Brasil sobre o que fazer nas áreas abrangidas por projetos de remoção de carbono.
- O Brasil ainda não utiliza o potencial de suas florestas como forma de geração de serviços ambientais. As estimativas apresentadas podem vir a ser usadas como referência para a predição da variação do estoque de carbono ao longo da sucessão florestal em diferentes idades e dar subsídios para a elaboração mais segura de projetos que venham a pleitear sua aprovação no âmbito do MDL ou em mercados paralelos às regras oficiais de Quioto, como a Bolsa do Clima de Chicago.

ANEXOS

ANEXO 1

Quadro 1A – Parâmetros da estrutura horizontal da floresta primária, segundo Campos (2002), Irsigler (2002) e Santos (2005), em que: DA = densidade absoluta; DR = densidade relativa; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; DoA = dominância absoluta; DoR = dominância relativa; VC = valor de cobertura e VI = valor de importância, em porcentagem.

Espécie	Campos (2002)								Irsigler (2002)								Santos (2005)							
	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC%	VI%	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC%	VI%	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	VC%	VI%
<i>Acacia glomerosa</i> Benth.	2	0,12	2	0,2	0,0642	0,17	0,15	0,16																
<i>Acanthinophyllum ilicifolia</i> (Spreng.) W.C. Burger									4	0,15	3,00	0,16	0,0125	0,03	0,09	0,34								
<i>Agonandra engleri</i> Hoehne	2	0,12	2	0,2	0,0057	0,01	0,07	0,11																
<i>Aiouea trinervis</i> Meisn.	2	0,12	2	0,2	0,0116	0,03	0,08	0,12																
<i>Alchornea iricurana</i> Casar.	2	0,12	2	0,2	0,2032	0,53	0,33	0,28	4	0,15	4,00	0,21	0,0633	0,16	0,16	0,52	2	0,12	0,0156	0,04	2,00	0,23	0,09	0,13
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	2	0,12	2	0,2	0,1467	0,38	0,25	0,23	2	0,08	2,00	0,10	0,0145	0,04	0,06	0,22	4	0,25	0,1241	0,34	4,00	0,45	0,29	0,35
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.									1	0,04	1,00	0,05	0,0834	0,21	0,13	0,30								
<i>Alsophila sternbergii</i> (Sternb.) D.S. Conant	4	0,24	2	0,2	0,0169	0,04	0,14	0,16																
<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	8	0,48	6	0,6	0,1729	0,45	0,47	0,51	17	0,65	15,00	0,78	0,1548	0,38	0,52	1,81	12	0,74	0,1596	0,43	10,00	1,13	0,59	0,77
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	4	0,24	4	0,4	0,0296	0,08	0,16	0,24																
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.									2	0,08	2,00	0,10	0,1102	0,27	0,18	0,45	4	0,25	0,0663	0,18	4,00	0,45	0,22	0,29
<i>Aniba</i> aff. <i>intermedia</i> (Meisn.) Mez																	2	0,12	0,0683	0,18	2,00	0,23	0,16	0,18
<i>Aniba firmula</i> (Nees & C. Mart.) Mez	6	0,36	6	0,6	0,1097	0,29	0,32	0,41	22	0,84	20,00	1,04	0,1078	0,27	0,56	2,15	10	0,62	0,2126	0,58	8,00	0,90	0,60	0,00
<i>Aniba laevigata</i> (Meisn.) Mez	4	0,24	4	0,4	0,2265	0,59	0,42	0,41									4	0,25	0,0358	0,10	4,00	0,45	0,17	0,27
<i>Annona cacans</i> Warm.	14	0,83	14	1,4	0,4346	1,13	0,98	1,12	4	0,15	4,00	0,21	0,2902	0,71	0,43	1,08	2	0,12	0,2677	0,72	2,00	0,23	0,43	0,36
<i>Aparisthium cordatum</i> (Juss.) Baill.									5	0,19	3,00	0,16	0,0196	0,05	0,12	0,40								
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	12	0,71	12	1,2	0,724	1,88	1,3	1,26	18	0,69	13,00	0,68	0,0720	0,18	0,44	1,54	6	0,37	0,2913	0,79	6,00	0,68	0,58	0,61
<i>Ardisia</i> sp. 1									1	0,04	1,00	0,05	0,0031	0,01	0,03	0,10								

Continua...

Quadro 1A, continuação.

Espécie	Campos (2002)								Irsigler (2002)								Santos (2005)							
	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC%	VI %	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC%	VI %	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	VC%	VI %
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i> Müll. Arg.	2	0,12	2	0,2	2,1672	5,64	2,88	1,98																
<i>Aspidosperma olivaceum</i> Müll. Arg.									2	0,08	2,00	0,10	0,0049	0,01	0,05	0,19	2	0,12	0,0059	0,02	2,00	0,23	0,07	0,12
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.	4	0,24	4	0,4	0,0148	0,04	0,14	0,22	5	0,19	5,00	0,26	0,0488	0,12	0,16	0,57	6	0,37	0,1039	0,28	6,00	0,68	0,33	0,44
<i>Aspidosperma ramiflorum</i> Müll. Arg.									1	0,04	1,00	0,05	0,0026	0,01	0,03	0,10	2	0,12	0,0414	0,11	2,00	0,23	0,12	0,15
<i>Aspidosperma subincanum</i> Mart.	2	0,12	2	0,2	0,0499	0,13	0,13	0,15	2	0,08	2,00	0,10	0,0067	0,02	0,05	0,20								
<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> (Schott) Burret	4	0,24	4	0,4	0,0797	0,21	0,23	0,28	2	0,08	1,00	0,05	0,0206	0,05	0,07	0,18								
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott ex Spreng.	6	0,36	6	0,6	0,9169	2,38	1,37	1,11	13	0,50	8,00	0,42	0,1121	0,28	0,39	1,19	4	0,25	0,0621	0,17	4,00	0,45	0,21	0,29
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.									15	0,57	13,00	0,68	1,0048	2,47	1,52	3,72	12	0,74	0,8036	2,17	10,00	1,13	1,46	1,35
<i>Banara kuhlmannii</i> (Sleumer) Sleumer									2	0,08	2,00	0,10	0,2842	0,70	0,39	0,88	2	0,12	0,3463	0,94	2,00	0,23	0,53	0,43
<i>Bathysa cuspidata</i> (St. Hil.) Hook. f.	8	0,48	6	0,6	0,0918	0,24	0,36	0,44	10	0,38	9,00	0,47	0,1054	0,26	0,32	1,11	8	0,50	0,3232	0,87	6,00	0,68	0,69	0,68
<i>Bathysa nicholsonii</i> K. Schum.	10	0,6	8	0,8	0,1366	0,36	0,48	0,58	70	2,68	50,00	2,61	0,7008	1,72	2,20	7,01	18	1,11	0,2516	0,68	14,00	1,58	0,90	1,13
<i>Brosimum glaziovii</i> Taub.	8	0,48	6	0,6	0,1729	0,37	0,42	0,55																
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	4	0,24	2	0,2	0,0519	0,13	0,19	0,19	48	1,84	35,00	1,82	0,5405	1,33	1,59	4,99								
<i>Brunfelsia uniflora</i> (Pohl) D. Don									2	0,08	2,00	0,10	0,0026	0,01	0,05	0,19								
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	6	0,36	6	0,6	0,2181	0,57	0,46	0,51	1	0,04	1,00	0,05	0,0062	0,02	0,03	0,11	8	0,50	0,0988	0,27	6,00	0,68	0,38	0,48
Caesalpiniaceae sp. 1									1	0,04	1,00	0,05	0,1403	0,35	0,20	0,44								
<i>Calyptranthes brasiliensis</i> Spreng.	8	0,48	8	0,8	0,1194	0,31	0,4	0,53	21	0,80	19,00	0,99	0,1330	0,33	0,57	2,12								
<i>Calyptranthes</i> sp.	2	0,12	2	0,2	0,0084	0,02	0,07	0,11																
<i>Campomanesia</i> sp.									18	0,69	16,00	0,83	0,0318	0,08	0,39	1,60								
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	6	0,36	6	0,6	0,0181	0,05	0,2	0,33	1	0,04	1,00	0,05	0,0075	0,02	0,03	0,11								
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze									3	0,11	3,00	0,16	0,0070	0,02	0,07	0,29								
<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze									1	0,04	1,00	0,05	0,0296	0,07	0,06	0,16	10	0,62	0,9989	2,70	8,00	0,90	1,66	1,41
<i>Carpotroche brasiliensis</i> (Raddi) Endl.	2	0,12	2	0,2	0,0064	0,02	0,07	0,11	8	0,31	8,00	0,42	0,0165	0,04	0,18	0,76	2	0,12	0,0392	0,11	2,00	0,23	0,12	0,15
<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.									9	0,34	8,00	0,42	0,1232	0,30	0,32	1,07								

Continua...

Quadro 1A, continuação.

Espécie	Campos (2002)								Irsigler (2002)								Santos (2005)							
	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC%	VI %	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC%	VI %	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	VC%	VI %
<i>Casearia arvensis</i>									1	0,04	1,00	0,05	0,0027	0,01	0,03	0,10								
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	4	0,24	4	0,4	0,021	0,05	0,15	0,23	1	0,04	1,00	0,05	0,0025	0,01	0,03	0,10	10	0,62	0,2855	0,77	6,00	0,68	0,70	0,69
<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.	4	0,24	4	0,4	0,2633	0,68	0,46	0,44	5	0,19	4,00	0,21	0,1193	0,29	0,24	0,69								
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	4	0,24	2	0,2	0,1032	0,27	0,26	0,23	2	0,08	2,00	0,10	0,0133	0,03	0,06	0,21								
<i>Casearia ulmifolia</i> Vahl ex Vent.	8	0,48	8	0,8	0,0741	0,19	0,34	0,49	35	1,34	27,00	1,41	0,6800	1,67	1,51	4,42	4	0,25	0,1877	0,51	4,00	0,45	0,38	0,40
<i>Cassia ferruginea</i> (SCHRADER) Schrader ex DC.	2	0,12	2	0,2	0,01	0,03	0,07	0,11																
<i>Cecropia glaziovii</i> Snelth.																	2	0,12	0,0712	0,16	2,00	0,23	0,16	0,18
<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	4	0,24	4	0,4	0,3894	1,01	0,63	0,55	6	0,23	5,00	0,26	0,5628	1,38	0,81	1,87	10	0,62	0,8891	2,41	8,00	0,90	1,51	1,31
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	4	0,24	4	0,4	0,3534	0,92	0,58	0,52	2	0,08	2,00	0,10	0,0417	0,10	0,09	0,28	2	0,12	0,5807	1,57	2,00	0,23	0,85	0,64
<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravenna	2	0,12	2	0,2	0,0206	0,05	0,09	0,12	1	0,04	1,00	0,05	1,3013	3,20	1,62	3,29	2	0,12	0,5928	1,60	2,00	0,23	0,87	0,65
<i>Celtis iguanae</i> (Jacq.) Sarg.	2	0,12	2	0,2	0,0503	0,13	0,13	0,15									2	0,12	0,7221	1,95	2,00	0,23	1,04	0,77
<i>Cestrum</i> sp. 1									2	0,08	2,00	0,10	0,0041	0,01	0,05	0,19								
<i>Chrysophyllum</i> cf. <i>marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.									2	0,08	2,00	0,10	0,0174	0,04	0,06	0,22	2	0,12	0,0062	0,02	2,00	0,23	0,07	0,12
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.	6	0,36	6	0,6	0,1828	0,48	0,42	0,48	23	0,88	12,00	0,63	0,1968	0,48	0,68	1,99	10	0,62	0,1674	0,45	6,00	0,68	0,54	0,58
<i>Chrysophyllum lucentifolium</i> Cronquist	4	0,24	4	0,4	0,0448	0,12	0,18	0,25	27	1,03	20,00	1,04	0,2118	0,52	0,78	2,60								
<i>Chrysophyllum</i> sp. 1									2	0,08	2,00	0,10	0,0094	0,02	0,05	0,20								
<i>Cinnamomum glaziovii</i> (Mez.) Kosterm.									1	0,04	1,00	0,05	0,0203	0,05	0,05	0,14								
<i>Citronella megaphylla</i> (Miers) R.A. Howard	10	0,6	10	1	0,0504	0,13	0,37	0,57	3	0,11	3,00	0,16	0,0046	0,01	0,06	0,28	6	0,37	0,0498	0,13	4,00	0,45	0,26	0,32
<i>Clusia arrudea</i> Planch. & Triana ex Engl. ()	4	0,24	4	0,4	0,0285	0,07	0,16	0,24																
Clusiaceae sp. 1	2	0,12	2	0,2	0,0046	0,01	0,07	0,11																
<i>Coffea arabica</i> L.									3	0,11	3,00	0,16	0,0051	0,01	0,06	0,28								
<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	12	0,71	10	1	0,8214	2,14	1,43	1,28	2	0,08	2,00	0,10	0,1734	0,43	0,26	0,61	12	0,74	0,9877	2,67	6,00	0,68	1,71	1,36
<i>Copaifera</i> cf. <i>trapezifolia</i> Hayne																	2	0,12	0,1115	0,30	2,00	0,23	0,22	0,22
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.									16	0,61	14,00	0,73	0,1523	0,37	0,49	1,72								

Continua...

Quadro 1A, continuação.

Espécie	Campos (2002)								Irsigler (2002)								Santos (2005)							
	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC%	VI %	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC%	VI %	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	VC%	VI %
<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	14	0,83	12	1,2	0,3093	0,8	0,82	0,94	4	0,15	4,00	0,21	0,1926	0,47	0,31	0,84	2	0,12	0,0679	0,18	2,00	0,23	0,16	0,18
<i>Coussapoa floccosa</i> Akkermans & C.C. Berg									1	0,04	1,00	0,05	0,2873	0,71	0,38	0,80								
<i>Coussapoa microcarpa</i> (Schott) Rizzini	4	0,24	4	0,4	0,5883	1,53	0,89	0,72	3	0,11	3,00	0,16	0,1082	0,27	0,19	0,54	6	0,37	0,8622	2,33	6,00	0,68	1,35	1,13
<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K. Schum.	4	0,24	4	0,4	0,0561	0,15	0,19	0,26									2	0,12	0,0128	0,03	2,00	0,23	0,08	0,13
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	4	0,24	4	0,4	0,0673	0,17	0,21	0,27	8	0,31	8,00	0,42	0,3467	0,85	0,58	1,58								
<i>Croton hemiargyreus</i> Müll. Arg.	18	1,07	16	1,6	0,9565	2,49	1,78	1,71	1	0,04	1,00	0,05	0,0009	0,00	0,02	0,09								
<i>Croton urucurana</i> Baill.	2	0,12	2	0,2	0,012	0,03	0,08	0,12																
<i>Cryptocarya moschata</i> Nees & C. Mart.	4	0,24	4	0,4	0,5017	1,3	0,77	0,65	1	0,04	1,00	0,05	0,0136	0,03	0,04	0,12	12	0,74	0,2723	0,74	10,00	1,13	0,74	0,87
<i>Cupania tenuivalvis</i> Radlk.	2	0,12	2	0,2	0,0255	0,07	0,1	0,13																
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.									5	0,19	5,00	0,26	0,0503	0,12	0,16	0,58								
<i>Cyathia delgadii</i> Stemb.	2	0,12	2	0,2	0,0414	0,11	0,12	0,14									6	0,37	0,0444	0,12	6,00	0,68	0,25	0,39
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.	4	0,24	4	0,4	0,015	0,04	0,14	0,22	3	0,11	3,00	0,16	0,0940	0,23	0,17	0,50								
<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch.									1	0,04	1,00	0,05	0,0080	0,02	0,03	0,11								
<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch.									8	0,31	8,00	0,42	0,1932	0,48	0,40	1,20								
<i>Duguetia lanceolata</i> A. St.-Hil.	4	0,24	4	0,4	0,0319	0,08	0,16	0,24																
<i>Endlicheria glomerata</i> Mez.	2	0,12	2	0,2	0,007	0,02	0,07	0,11																
<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F. Macbr.	4	0,24	4	0,4	0,0321	0,08	0,16	0,24									2	0,12	0,0092	0,02	2,00	0,23	0,08	0,12
<i>Eriotheca candolleana</i> (K. Schum.) A. Robyns	8	0,48	8	0,8	0,1821	0,47	0,48	0,58	13	0,50	13,00	0,68	0,4800	1,18	0,84	2,36	8	0,50	0,4483	1,21	4,00	0,45	0,86	0,72
<i>Erythroxylum daphnites</i> Mart.									1	0,04	1,00	0,05	0,0075	0,02	0,03	0,11								
<i>Erythroxylum pelleterianum</i> A. St.-Hil.									1	0,04	1,00	0,05	0,0028	0,01	0,03	0,10								
<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	2	0,12	2	0,2	0,0108	0,03	0,08	0,12																
<i>Eugenia cerasiflora</i> Miq.	2	0,12	2	0,2	0,0139	0,04	0,08	0,12	2	0,08	2,00	0,10	0,0209	0,05	0,07	0,23								
<i>Eugenia diantha</i> O. Berg.									23	0,88	17,00	0,89	0,1193	0,29	0,59	2,06								
<i>Eugenia dodonaeaeifolia</i> Cambess.	2	0,12	2	0,2	0,0447	0,12	0,12	0,14	2	0,08	2,00	0,10	0,0068	0,02	0,05	0,20								

Continua...

Quadro 1A, continuação.

Espécie	Campos (2002)								Irsigler (2002)								Santos (2005)							
	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC%	VI%	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC%	VI%	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	VC%	VI%
<i>Eugenia gardneriana</i> O. Berg									3	0,11	3,00	0,16	0,0036	0,01	0,06	0,28								
<i>Eugenia leptoclada</i> O. Berg	32	1,9	28	2,8	0,1298	0,34	1,12	1,67																
<i>Eugenia</i> sp.																	2	0,12	0,0053	0,01	2,00	0,23	0,07	0,12
Euphorbiaceae sp. 1									2	0,08	2,00	0,10	0,0041	0,01	0,05	0,19								
Euphorbiaceae sp. 2									3	0,11	3,00	0,16	0,0032	0,01	0,06	0,28								
Euphorbiaceae sp. 3									2	0,08	2,00	0,10	0,0040	0,01	0,05	0,19								
<i>Euterpe edulis</i> Mart.	628	37,38	90	8,9	7,2261	18,79	21,7	28,09	68	2,61	36,00	1,88	0,5077	1,25	1,93	5,73	614	38,00	7,4652	20,20	84,00	9,50	###	22,57
<i>Ficus glabra</i> Vell.	2	0,12	2	0,2	0,08	0,21	0,17	0,18																
<i>Ficus gomelleira</i> Kunth & C.D. Bouché									1	0,04	1,00	0,05	3,0987	7,62	3,83	7,71								
<i>Ficus insipida</i> Willd.	12	0,71	10	1	0,5827	1,52	1,12	1,07									6	0,37	0,0703	0,19	6,00	0,68	0,28	0,41
<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.									3	0,11	3,00	0,16	0,0365	0,09	0,10	0,36	4	0,25	0,1272	0,34	4,00	0,45	0,30	0,35
<i>Ficus mexiae</i> Standl.									1	0,04	1,00	0,05	0,0056	0,01	0,03	0,10	4	0,25	0,0366	0,10	2,00	0,23	0,18	0,19
Flacourtiaceae sp. 1									5	0,19	5,00	0,26	0,0998	0,25	0,22	0,70								
<i>Genipa americana</i> L.									1	0,04	1,00	0,05	0,0503	0,12	0,08	0,21								
<i>Genipa</i> sp.																	2	0,12	0,0408	0,11	2,00	0,23	0,12	0,15
<i>Geonoma</i> cf. <i>schottiana</i> Mart.																	2	0,12	0,0041	0,01	2,00	0,23	0,07	0,12
<i>Guapira hirsuta</i> (Choisy) Lundell	2	0,12	2	0,2	0,007	0,02	0,07	0,11	6	0,23	6,00	0,31	0,0179	0,04	0,14	0,59	4	0,25	0,0130	0,04	4,00	0,45	0,14	0,25
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	34	2,02	26	2,6	0,2437	0,63	1,33	1,74	9	0,34	9,00	0,47	0,0529	0,13	0,24	0,94	30	1,86	0,1713	0,46	18,00	2,04	1,16	1,45
<i>Guarea grandifolia</i> DC.	2	0,12	2	0,2	0,0077	0,02	0,07	0,11																
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	2	0,12	2	0,2	0,0052	0,01	0,07	0,11									6	0,37	0,2422	0,66	6,00	0,68	0,52	0,57
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	46	2,74	32	3,2	0,6817	1,77	2,26	2,56	17	0,65	14,00	0,73	0,5924	1,46	1,06	2,84	4	0,25	0,0246	0,07	4,00	0,45	0,16	0,26
<i>Guarea pendula</i> Ramalho Pinheiro & Penn.									14	0,54	13,00	0,68	0,0210	0,05	0,30	1,27								
<i>Guarea penningtoniana</i> Pinheiro									2	0,08	2,00	0,10	0,0191	0,05	0,07	0,23								
<i>Guarea trichilioides</i> L.									1	0,04	1,00	0,05	0,0075	0,02	0,03	0,11								

Continua...

Quadro 1A, continuação.

Espécie	1- Campos (2002)								2- Irsigler (2002)								3- Santos (2005)							
	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC %	VI %	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC %	VI %	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	VC %	VI %
<i>Guatteria australis</i> A. St.-Hil.									2	0,08	2,00	0,10	0,0211	0,05	0,07	0,23								
<i>Guatteria martiana</i> Schldl.																	22	1,36	0,6677	1,81	16,00	1,81	1,59	1,66
<i>Guatteria nigrescens</i> Mart.	6	0,36	4	0,4	0,093	0,24	0,3	0,33	63	2,41	43,00	2,24	1,6888	4,15	3,28	8,81	16	0,99	0,2736	0,74	10,00	1,13	0,87	0,95
<i>Guatteria</i> sp.																	2	0,12	0,1510	0,41	2,00	0,23	0,27	0,25
<i>Guatteria</i> sp. 1									5	0,19	5,00	0,26	0,0338	0,08	0,14	0,54								
<i>Guatteria</i> sp. 2									1	0,04	1,00	0,05	0,0008	0,00	0,02	0,09								
<i>Guatteria villosissima</i> Saint-Hilaire									1	0,04	1,00	0,05	0,0154	0,04	0,04	0,13								
<i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schldl.	2	0,12	2	0,2	0,034	0,09	0,11	0,13	3	0,11	3,00	0,16	0,0448	0,11	0,11	0,38	4	0,25	0,2964	0,80	2,00	0,23	0,53	0,43
<i>Heisteria silvianii</i> Schwacke									7	0,27	7,00	0,36	0,0264	0,06	0,17	0,70								
<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby									72	2,76	36,00	1,88	0,5817	1,43	2,10	6,07								
<i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão	2	0,12	2	0,2	0,557	1,45	0,79	0,59	2	0,08	2,00	0,10	0,0871	0,21	0,15	0,40	8	0,50	0,8602	2,33	8,00	0,90	1,41	1,24
<i>Hieronyma ferruginea</i> (Tul.) Tul.	4	0,24	4	0,4	0,728	1,89	1,07	0,84																
<i>Himatanthus phagedaenicus</i> (Mart.) Woodson	2	0,12	2	0,2	0,012	0,03	0,08	0,12	1	0,04	1,00	0,05	0,0013	0,00	0,02	0,09								
<i>Hirtella selloana</i> Hook. f.									13	0,50	13,00	0,68	0,2234	0,55	0,53	1,73								
<i>Hortia arborea</i> Engl.									1	0,04	1,00	0,05	0,0067	0,02	0,03	0,11								
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	2	0,12	2	0,2	0,035	0,09	0,11	0,14	2	0,08	2,00	0,10	0,1399	0,34	0,21	0,52								
<i>Ilex cerasifolia</i>									2	0,08	2,00	0,10	0,0046	0,01	0,05	0,19								
<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.									1	0,04	1,00	0,05	0,0028	0,01	0,03	0,10								
<i>Inga capitata</i> Desv.	8	0,48	6	0,6	0,02	0,05	0,27	0,37	28	1,07	19,00	0,99	0,1340	0,33	0,70	2,39								
<i>Inga cylindrica</i> (Vell.) Mart.	14	0,83	10	1	0,209	0,54	0,69	0,79	9	0,34	8,00	0,42	0,3770	0,93	0,64	1,69	12	0,74	0,2894	0,78	12,00	1,36	0,77	0,96
<i>Inga edulis</i> Mart.																	4	0,25	0,0788	0,21	2,00	0,23	0,23	0,23
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	8	0,48	6	0,6	0,089	0,23	0,36	0,43									2	0,12	0,0040	0,01	2,00	0,23	0,07	0,12
<i>Inga marginata</i> Willd.																	2	0,12	0,0832	0,23	2,00	0,23	0,18	0,19
<i>Inga</i> sp. 1									1	0,04	1,00	0,05	0,0201	0,05	0,05	0,14								

Continua...

Quadro 1A, continuação.

Espécie	1- Campos (2002)								2- Irsigler (2002)								3- Santos (2005)							
	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC %	VI %	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC %	VI %	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	VC %	VI %
<i>Inga striata</i> Benth.	8	0,48	8	0,8	0,41	1,07	0,77	0,78									4	0,25	0,0195	0,05	4,00	0,45	0,15	0,25
<i>Inga vera</i> Willd. subsp. aff. (DC.) T.D. Penn.									5	0,19	5,00	0,26	0,0916	0,23	0,21	0,68								
<i>Ixora gardneriana</i> Benth.									10	0,38	10,00	0,52	0,1616	0,40	0,39	1,30	4	0,25	0,0307	0,08	4,00	0,45	0,17	0,26
<i>Jacaranda macrantha</i> Cham.	8	0,48	8	0,8	0,11	0,29	0,38	0,52	11	0,42	9,00	0,47	0,2422	0,60	0,51	1,49	4,00	0,25	0,0249	0,07	4,00	0,45	0,16	0,26
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC.	2	0,12	2	0,2	0,006	0,01	0,07	0,11	2	0,08	2,00	0,10	0,1385	0,34	0,21	0,52	2	0,12	0,2944	0,80	2,00	0,23	0,46	0,38
<i>Jaracatia</i> sp. 1									1	0,04	1,00	0,05	0,0029	0,01	0,03	0,10								
<i>Kielmeyera albopunctata</i> Saddi									3	0,11	3,00	0,16	0,0734	0,18	0,15	0,45	4	0,25	0,0257	0,07	4,00	0,45	0,16	0,26
<i>Lacistema pubescens</i> Mart.									9	0,34	8,00	0,42	0,0680	0,17	0,26	0,93								
<i>Lafoensia glyptocarpa</i> Koehne	6	0,36	6	0,6	0,181	0,47	0,42	0,47	6	0,23	6,00	0,31	0,0932	0,23	0,23	0,77	16	0,99	0,4738	1,28	16,00	1,81	1,14	1,36
Lauraceae sp. 1									1	0,04	1,00	0,05	0,0018	0,00	0,02	0,09								
Lauraceae sp. 2									1	0,04	1,00	0,05	0,0032	0,01	0,03	0,10								
Lauraceae sp. 3									1	0,04	1,00	0,05	0,0017	0,00	0,02	0,09								
<i>Lecythis lurida</i> (Miers) S.A. Mori	2	0,12	2	0,2	0,064	0,17	0,15	0,16																
<i>Licania belemii</i> Prance									2	0,08	2,00	0,10	0,0870	0,21	0,15	0,39								
<i>Lonchocarpus cultratus</i> (Vell.) A.M.G. Azevedo e H.C. Lima									1	0,04	1,00	0,05	0,0538	0,13	0,09	0,22								
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassl.	2	0,12	2	0,2	0,007	0,02	0,07	0,11																
<i>Luehea grandiflora</i> Mart.	8	0,48	6	0,6	0,394	1,02	0,75	0,7	2	0,08	2,00	0,10	0,0440	0,11	0,10	0,29	14	0,87	0,6097	1,65	8,00	0,90	1,26	1,14
<i>Mabea fistulifera</i> Mart.									4	0,15	4,00	0,21	0,0240	0,06	0,11	0,42								
<i>Machaerium caratinganum</i> Kuhlm. & Hoehne									1	0,04	1,00	0,05	0,0032	0,01	0,03	0,10								
<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	10	0,6	10	1	0,725	1,88	1,24	1,16	9	0,34	7,00	0,36	0,2125	0,52	0,43	1,23								
<i>Machaerium</i> sp.									1	0,04	1,00	0,05	0,0011	0,00	0,02	0,09	2	0,12	0,0036	0,01	2,00	0,23	0,07	0,12
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	14	0,83	14	1,4	0,266	0,69	0,76	0,97	2	0,08	2,00	0,10	0,0640	0,16	0,12	0,34								
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.									2	0,08	2,00	0,10	0,0549	0,13	0,11	0,32								
<i>Margaritaria nobilis</i> L. f.									2	0,08	2,00	0,10	0,0697	0,17	0,13	0,35								

Continua...

Quadro 1A, continuação.

Espécie	1- Campos (2002)								2- Irsigler (2002)								3- Santos (2005)							
	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC %	VI %	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC %	VI %	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	VC %	VI %
<i>Marlierea affinis</i> (O. Berg) D. Legrand																	8	0,50	0,7653	2,07	8,00	0,90	1,19	1,15
<i>Marlierea</i> cf. <i>obscura</i> Berg.	4	0,24	4	0,4	0,01	0,03	0,13	0,22																
<i>Marlierea parviflora</i> O. Berg																	14	0,87	0,0532	0,15	12,00	1,36	0,51	0,79
<i>Marlierea</i> sp.	8	0,48	8	0,8	0,026	0,07	0,27	0,45																
<i>Marlierea</i> sp.																	2	0,12	0,2014	0,55	2,00	0,23	0,34	0,30
<i>Marlierea suaveolens</i> Cambess.									1	0,04	1,00	0,05	0,0400	0,10	0,07	0,19								
<i>Marlierea teuscheriana</i> (O. Berg) D. Legrand															0,00		2	0,12	0,0096	0,03	2,00	0,23	0,08	0,13
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.									15	0,57	13,00	0,68	0,2812	0,69	0,63	1,94	2	0,12	0,0996	0,27	2,00	0,23	0,20	0,21
<i>Maytenus evonymoides</i> Reissek	2	0,12	2	0,2	0,009	0,02	0,07	0,11									4	0,25	0,0460	0,12	4,00	0,45	0,19	0,27
<i>Maytenus floribunda</i> Reissek									1	0,04	1,00	0,05	0,0013	0,00	0,02	0,09								
<i>Maytenus robusta</i> Reissek									23	0,88	22,00	1,15	0,1773	0,44	0,66	2,46	2	0,12	0,3973	1,08	2,00	0,23	0,60	0,48
<i>Maytenus salicifolia</i> Reissek									1	0,04	1,00	0,05	0,0157	0,04	0,04	0,13								
<i>Melanoxylon brauna</i> Schott									2	0,08	2,00	0,10	0,1071	0,26	0,17	0,44								
<i>Meliosma itatiaiae</i> Urb.									8	0,31	6,00	0,31	0,0169	0,04	0,18	0,66	2	0,12	0,0096	0,03	2,00	0,23	0,08	0,13
<i>Meliosma</i> sp.																	2	0,12	0,0835	0,23	2,00	0,23	0,18	0,19
<i>Miconia brunnea</i> Mart. ex DC.									2	0,08	2,00	0,10	0,0049	0,01	0,05	0,19								
<i>Miconia budlejoides</i> Triana									3	0,11	3,00	0,16	0,0144	0,04	0,08	0,31								
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin									1	0,04	1,00	0,05	0,0138	0,03	0,04	0,12	4	0,25	0,0091	0,02	2,00	0,23	0,14	0,17
<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.									2	0,08	1,00	0,05	0,0027	0,01	0,05	0,14								
<i>Miconia tristis</i> Spring									1	0,04	1,00	0,05	0,0013	0,00	0,02	0,09								
<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Eichler) Pierre	2	0,12	2	0,2	0,072	0,19	0,15	0,17																
<i>Moldenhawera cuprea</i> Pohl									2	0,08	2,00	0,10	0,0130	0,03	0,06	0,21								
<i>Mollinedia schottiana</i> (Spreng.) Perkins									4	0,15	4,00	0,21	0,0042	0,01	0,08	0,37	2	0,12	0,0184	0,05	2,00	0,23	0,09	0,13
Monimiaceae sp. 1									1	0,04	1,00	0,05	0,0016	0,00	0,02	0,09								

Continua...

Quadro 1A, continuação.

Espécie	1- Campos (2002)								2- Irsigler (2002)								3- Santos (2005)							
	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC %	VI %	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC %	VI %	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	VC %	VI %
<i>Mouriri glazioviana</i> Cogn.	2	0,12	2	0,2	0,022	0,06	0,09	0,12	11	0,42	11,00	0,57	0,0353	0,09	0,26	1,08								
<i>Myrcia anceps</i> (Sprengel) O. Berg									2	0,08	2,00	0,10	0,0048	0,01	0,05	0,19								
<i>Myrcia detergens</i> Miq.																	4	0,25	0,0076	0,02	4,00	0,45	0,14	0,24
<i>Myrcia fallax</i> (Rich.) DC.	2	0,12	2	0,2	0,005	0,01	0,07	0,11	9	0,34	8,00	0,42	0,0402	0,10	0,22	0,86	4	0,25	0,0161	0,04	4,00	0,45	0,15	0,25
<i>Myrcia pubipetala</i> Miq.									11	0,42	10,00	0,52	0,0549	0,14	0,28	1,08								
<i>Myrcia rufula</i> Miq.									33	1,26	26,00	1,36	0,1172	0,29	0,78	2,91								
<i>Myrcia</i> sp.																	4	0,25	0,0183	0,05	4,00	0,45	0,15	0,25
<i>Myrcia</i> sp. 1	14	0,83	12	1,2	0,771	2,01	1,42	1,34																
<i>Myrcia</i> sp. 2	2	0,12	2	0,2	0,006	0,02	0,07	0,11																
<i>Myrcia sphaerocarpa</i> DC.	4	0,24	2	0,2	0,009	0,02	0,13	0,15	15	0,57	12,00	0,63	0,1038	0,26	0,42	1,46								
<i>Myrciaria axillaris</i> O. Berg									77	2,95	49,00	2,55	0,2379	0,59	1,77	6,09								
<i>Myrciaria ciliolata</i> (Cambess.) O. Berg									13	0,50	8,00	0,42	0,0533	0,13	0,32	1,05								
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg																	32	1,98	0,2743	0,74	22,00	2,49	1,37	1,74
<i>Myrciaria</i> sp.	2	0,12	2	0,2	0,024	0,06	0,09	0,13																
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.									6	0,23	6,00	0,31	0,0194	0,05	0,14	0,59								
Myrtaceae sp. 1	10	0,6	8	0,8	0,061	0,16	0,38	0,52	8	0,31	7,00	0,36	0,0461	0,11	0,21	0,78								
Myrtaceae sp. 2	2	0,12	2	0,2	0,005	0,01	0,07	0,11	1	0,04	1,00	0,05	0,0094	0,02	0,03	0,11								
<i>Naucleopsis mello-barreto</i> (Standl.) C.C. Berg									1	0,04	1,00	0,05	0,0406	0,10	0,07	0,19								
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	10	0,6	10	1	0,669	1,74	1,17	1,11	5	0,19	5,00	0,26	0,0556	0,14	0,17	0,59	2	0,12	0,0612	0,17	2,00	0,23	0,15	0,17
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees & Mart.	8	0,48	8	0,8	0,455	1,18	0,83	0,82	4	0,15	4,00	0,21	0,0420	0,10	0,13	0,47								
<i>Neea</i> cf. <i>parviflora</i> Poepp. & Endl.																	2	0,12	0,0362	0,10	2,00	0,23	0,11	0,15
<i>Neomitranthes</i> sp.									24	0,92	19,00	0,99	0,1414	0,35	0,64	2,26								
Nyctaginaceae sp. 1									3	0,11	3,00	0,16	0,0158	0,04	0,08	0,31								
<i>Ocotea acutifolia</i> (Nees) Mez	2	0,12	2	0,2	0,011	0,03	0,08	0,12																

Continua...

Quadro 1A, continuação.

Espécie	1- Campos (2002)								2- Irsigler (2002)								3- Santos (2005)							
	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC %	VI %	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC %	VI %	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	VC %	VI %
<i>Ocotea aff. dispersa</i> (Nees) Mez									2	0,08	2,00	0,10	0,0505	0,12	0,10	0,31	4	0,25	0,0714	0,19	4,00	0,45	0,22	0,30
<i>Ocotea cf. suaveolens</i> (Meisn.) Benth. & Hook. f. ex Hieron.	2	0,12	2	0,2	0,004	0,01	0,07	0,11																
<i>Ocotea corymbosa</i> (Meisn.) Mez	2	0,12	2	0,2	0,013	0,03	0,08	0,12	8	0,31	8,00	0,42	0,0526	0,13	0,22	0,85	4	0,25	0,0778	0,21	4,00	0,45	0,23	0,30
<i>Ocotea dispersa</i> (Nees) Mez									16	0,61	16,00	0,83	0,0887	0,22	0,42	1,67	4	0,25	0,0714	0,19	4,00	0,45	0,22	0,30
<i>Ocotea lanceolata</i> Nees	2	0,12	2	0,2	0,516	1,34	0,73	0,55																
<i>Ocotea minarum</i> (Nees & C. Mart.) Mez																	2	0,12	0,0036	0,01	2,00	0,23	0,07	0,12
<i>Ocotea odorifera</i> (Vellozo) Rohwer	14	0,83	12	1,2	0,329	0,86	0,85	0,96	27	1,03	23,00	1,20	0,4602	1,13	1,08	3,37	14	0,87	0,2126	0,58	14,00	1,58	0,72	1,01
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees) Mez									1	0,04	1,00	0,05	0,0219	0,05	0,05	0,14								
<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo									33	1,26	26,00	1,36	0,6477	1,59	1,43	4,21								
<i>Ocotea</i> sp.	2	0,12	2	0,2	0,006	0,02	0,07	0,11							0,00									
<i>Ocotea</i> sp.1									8	0,31	8,00	0,42	0,0596	0,15	0,23	0,87								
<i>Ormosia arborea</i> (Vell.) Harms									2	0,08	2,00	0,10	0,1529	0,38	0,23	0,56								
<i>Ouratea polygyna</i> Engl.									8	0,31	6,00	0,31	0,0546	0,13	0,22	0,75								
Papilionoideae 1																	4	0,25	1,9624	5,31	4,00	0,45	2,78	2,00
<i>Pausandra morisiana</i> (Casar.) Radlk.	2	0,12	2	0,2	0,38	0,99	0,56	0,44									2	0,12	0,1416	0,38	2,00	0,23	0,26	0,24
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.									2	0,08	2,00	0,10	0,0387	0,10	0,09	0,28								
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	2	0,12	2	0,2	0,209	0,54	0,33	0,29	2	0,08	2,00	0,10	0,0452	0,11	0,10	0,29								
<i>Persea pyrifolia</i> (D. Don) Spreng.									1	0,04	1,00	0,05	0,0185	0,05	0,05	0,14								
<i>Peschiera fuchsiaeifolia</i> (A. DC.) Miers									2	0,08	2,00	0,10	0,0534	0,13	0,11	0,31								
<i>Peschiera laeta</i> (Mart.) Miers	2	0,12	2	0,2	0,499	1,3	0,71	0,54									2	0,12	0,0039	0,01	2,00	0,23	0,07	0,12
<i>Phyllostemonodaphne geminiflora</i> (Mez.) Kosterm.	2	0,12	2	0,2	0,018	0,05	0,09	0,12	62	2,38	41,00	2,14	0,5128	1,26	1,82	5,77	4	0,25	0,0707	0,19	4,00	0,45	0,22	0,30
<i>Pimenta pseudocaryophyllus</i> (Gomes) Landrum									3	0,11	2,00	0,10	0,0044	0,01	0,06	0,23	18	1,11	0,0989	0,27	14,00	1,58	0,69	0,99
<i>Piper arboreum</i> Aubl.									17	0,65	14,00	0,73	0,0294	0,07	0,36	1,45	4	0,25	0,0242	0,07	4,00	0,45	0,16	0,26
<i>Piper gigantifolium</i> C. DC.									2	0,08	1,00	0,05	0,0026	0,01	0,05	0,14								

Continua...

Quadro 1A, continuação.

Espécie	1- Campos (2002)								2- Irsigler (2002)								3- Santos (2005)							
	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC %	VI %	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC %	VI %	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	VC %	VI %
<i>Piptadenia communis</i> Benth.									4	0,15	4,00	0,21	0,0057	0,01	0,08	0,38								
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J. F. Macbr.	2	0,12	2	0,2	0,211	0,55	0,34	0,29	4	0,15	4,00	0,21	0,3205	0,79	0,47	1,15	4	0,25	0,7781	2,11	4,00	0,45	1,18	0,94
<i>Piptadenia paniculata</i> Benth.	4	0,24	4	0,4	0,153	0,4	0,32	0,34																
<i>Piptocarpha macropoda</i> (DC.) Baker	4	0,24	4	0,4	0,206	0,54	0,39	0,39	1	0,04	1,00	0,05	0,0691	0,17	0,11	0,26								
<i>Pisonia ambigua</i> Heimerl	4	0,24	4	0,4	0,021	0,06	0,15	0,23	11	0,42	11,00	0,57	0,1110	0,27	0,35	1,27	6	0,37	0,0912	0,25	4,00	0,45	0,31	0,36
<i>Pourouma guianensis</i> Aubl.	4	0,24	4	0,4	0,015	0,04	0,14	0,22	35	1,34	31,00	1,62	0,8667	2,13	1,74	5,09	6	0,37	0,1262	0,34	6,00	0,68	0,36	0,46
<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	8	0,48	8	0,8	0,035	0,09	0,29	0,45	22	0,84	19,00	0,99	0,0860	0,21	0,53	2,05	16	0,99	0,1610	0,44	12,00	1,36	0,72	0,93
<i>Pouteria laurifolia</i> (Gomes) Radlk.																	6	0,37	0,0322	0,09	2,00	0,23	0,23	0,23
<i>Pradosia lactescens</i> (Vell.) Radlk.									2	0,08	2,00	0,10	0,0760	0,19	0,14	0,37	4	0,25	0,0679	0,18	4,00	0,45	0,22	0,29
<i>Prockia crucis</i> P. Browne ex L.									1	0,04	1,00	0,05	0,0097	0,02	0,03	0,11	2	0,12	0,0558	0,15	2,00	0,23	0,14	0,17
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	2	0,12	2	0,2	0,063	0,16	0,14	0,16	9	0,34	9,00	0,47	0,0764	0,19	0,27	1,00	4	0,25	0,0077	0,02	4,00	0,45	0,14	0,24
<i>Protium warmingiana</i> March, L.	34	2,02	26	2,6	0,372	0,97	1,5	1,86	115	4,41	59,00	3,08	1,0937	2,69	3,55	10,17	38	2,35	0,4558	1,23	22,00	2,49	1,80	2,02
<i>Prunus sellowii</i> Koehne	2	0,12	2	0,2	0,018	0,05	0,09	0,12	1	0,04	1,00	0,05	0,0041	0,01	0,03	0,10								
<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. Robyns	2	0,12	2	0,2	0,218	0,57	0,35	0,29									8	0,50	0,7512	2,03	6,00	0,68	1,27	1,07
<i>Pseudopiptadenia contorta</i> (DC.) G.P. Lewis & M.P. Lima									56	2,15	36,00	1,88	2,9893	7,35	4,75	11,38	10	0,62	0,3936	1,07	6,00	0,68	0,84	0,79
<i>Psychotria alba</i> Ruiz & Pav.									3	0,11	3,00	0,16	0,0029	0,01	0,06	0,28								
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.									5	0,19	4,00	0,21	0,0554	0,14	0,17	0,54	2	0,12	0,0064	0,02	2,00	0,23	0,07	0,12
<i>Psychotria conjugens</i> Müll. Arg.	4	0,24	2	0,2	0,021	0,05	0,15	0,16	2	0,08	2,00	0,10	0,0022	0,01	0,05	0,19								
<i>Psychotria myriantha</i> Müll. Arg.									1	0,04	1,00	0,05	0,0010	0,00	0,02	0,09								
<i>Psychotria nuda</i> (Cham. & Schltdl.) Wawra	2	0,12	2	0,2	0,005	0,01	0,07	0,11	1	0,04	1,00	0,05	0,0198	0,05	0,05	0,14	2	0,12	0,0038	0,01	2,00	0,23	0,07	0,12
<i>Psychotria</i> sp. 1									1	0,04	1,00	0,05	0,0008	0,00	0,02	0,09								
<i>Psychotria</i> sp. 2									1	0,04	1,00	0,05	0,0008	0,00	0,02	0,09								
<i>Qualea gestasiana</i> A. St.-Hil.	2	0,12	2	0,2	0,035	0,09	0,11	0,14																
<i>Qualea jundiahy</i> Warm.									1	0,04	1,00	0,05	0,0856	0,21	0,13	0,30								

Continua...

Quadro 1A, continuação.

Espécie	1- Campos (2002)								2- Irsigler (2002)								3- Santos (2005)							
	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC %	VI %	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC %	VI %	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	VC %	VI %
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	2	0,12	2	0,2	0,027	0,07	0,1	0,13	1	0,04	1,00	0,05	0,0011	0,00	0,02	0,09	2	0,12	0,0040	0,01	2,00	0,23	0,07	0,12
<i>Rheedia gardneriana</i> Planch. & Triana									6	0,23	6,00	0,31	0,0177	0,04	0,14	0,59	2	0,12	0,0038	0,01	2,00	0,23	0,07	0,12
<i>Rollinia laurifolia</i> Schldl.	6	0,36	4	0,4	0,383	1	0,68	0,58	7	0,27	6,00	0,31	0,4524	1,11	0,69	1,69								
<i>Rollinia sylvatica</i> (A. St.-Hil) Martius	8	0,48	6	0,6	0,184	0,48	0,48	0,52									4	0,25	0,0767	0,21	4,00	0,45	0,23	0,30
<i>Rudgea myrsinifolia</i> Benth.	6	0,36	6	0,6	0,22	0,57	0,47	0,51	6	0,23	6,00	0,31	0,0085	0,02	0,13	0,56								
<i>Salacia elliptica</i> (Mart. ex Schult.) G. Don									4	0,15	4,00	0,21	0,1001	0,25	0,20	0,61								
<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax	2	0,12	2	0,2	0,055	0,14	0,13	0,15	5	0,19	5,00	0,26	0,1582	0,39	0,29	0,84	2	0,12	0,0043	0,01	2,00	0,23	0,07	0,12
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerl. & Frodin	8	0,48	8	0,8	0,194	0,51	0,49	0,59									4	0,25	0,5027	1,36	4,00	0,45	0,81	0,69
<i>Schoepfia obliquifolia</i> Turcz																	14	0,87	0,2215	0,60	10,00	1,13	0,74	0,87
<i>Simaroubaceae</i> sp. 1	4	0,24	2	0,2	0,015	0,04	0,14	0,16																
<i>Simira sampaioana</i> (Standl.) Steyerl.	8	0,48	8	0,8	0,272	0,71	0,59	0,66	26	1,00	21,00	1,09	0,1216	0,30	0,65	2,39	4	0,25	0,0412	0,11	4,00	0,45	0,18	0,27
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	28	1,67	24	2,4	0,076	0,2	0,94	1,41	240	9,20	89,00	4,64	0,6032	1,48	5,34	15,32	46	2,85	0,1757	0,48	28,00	3,17	1,66	2,16
<i>Siparuna reginae</i> (Tul.) A. DC.									1	0,04	1,00	0,05	0,0207	0,05	0,05	0,14								
<i>Sloanea monosperma</i> Vell.	2	0,12	2	0,2	0,054	0,14	0,13	0,15	1	0,04	1,00	0,05	0,0053	0,01	0,03	0,10	2	0,12	0,0211	0,06	2,00	0,23	0,09	0,14
<i>Solanaceae</i> sp. 1									1	0,04	1,00	0,05	0,0012	0,00	0,02	0,09								
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, Lanj. & Wess. Boer	48	2,86	38	3,8	0,521	1,35	2,11	2,66	101	3,87	64,00	3,34	1,1259	2,77	3,32	9,98	40	2,48	0,2303	0,62	32,00	3,62	1,55	2,24
<i>Sorocea hilarii</i> Gaudich.									20	0,77	18,00	0,94	0,3008	0,74	0,76	2,44	2	0,12	0,0328	0,09	2,00	0,23	0,11	0,15
<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K. Schum.									2	0,08	2,00	0,10	0,0061	0,01	0,05	0,20								
<i>Sterculia chicha</i> A. St.-Hil. ex Turpin	24	1,43	14	1,4	1,813	4,72	3,07	2,51	14	0,54	12,00	0,63	1,9485	4,79	2,67	5,95	14	0,87	0,3474	0,94	12,00	1,36	0,91	1,05
<i>Styrax</i> sp.																	4	0,25	0,0125	0,03	4,00	0,45	0,14	0,24
<i>Swartzia acutifolia</i> Vogel									1	0,04	1,00	0,05	0,0255	0,06	0,05	0,15								
<i>Swartzia myrtifolia</i> var. <i>elegans</i> (Schott) R.S.Cowan	8	0,48	8	0,8	0,057	0,15	0,31	0,47	13	0,50	13,00	0,68	0,0683	0,17	0,34	1,34	4	0,25	0,0078	0,02	4,00	0,45	0,14	0,24
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman									1	0,04	1,00	0,05	0,0011	0,00	0,02	0,09								
<i>Symplocos pubescens</i> Klotzsch ex Benth.	2	0,12	2	0,2	0,009	0,02	0,07	0,11																

Continua...

Quadro 1A, continuação.

Espécie	1- Campos (2002)								2- Irsigler (2002)								3- Santos (2005)							
	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC %	VI %	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC %	VI %	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	VC %	VI %
<i>Symplocos</i> sp.																	2	0,12	0,4709	1,27	2,00	0,23	0,70	0,54
<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart. ex A. DC.) Standl.	4	0,24	4	0,4	0,015	0,04	0,14	0,22	1	0,04	1,00	0,05	0,0010	0,00	0,02	0,09								
<i>Talauma ovata</i> A. St.-Hil.																	6	0,37	0,2596	0,70	6,00	0,68	0,54	0,58
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	2	0,12	2	0,2	0,013	0,03	0,08	0,12	11	0,42	10,00	0,52	0,1108	0,27	0,35	1,22								
<i>Tapirira marchandii</i> Engl.	2	0,12	2	0,2	0,01	0,03	0,08	0,11																
<i>Tapirira obtusa</i> (Benth.) J.D. Mitch.	14	0,83	14	1,4	0,589	1,53	1,19	1,25	7	0,27	7,00	0,36	0,0499	0,12	0,20	0,76								
<i>Terminalia brasiliensis</i> (Cambess. ex. A. St.-Hil.) Eichler	2	0,12	2	0,2	0,032	0,08	0,1	0,13	1	0,04	1,00	0,05	0,0016	0,00	0,02	0,09								
<i>Terminalia</i> sp.	2	0,12	2	0,2	0,122	0,32	0,22	0,21									2	0,12	0,0071	0,02	2,00	0,23	0,07	0,12
<i>Tibouchina granulosa</i> (Desr.) Cogn.	2	0,12	2	0,2	0,02	0,05	0,09	0,12																
<i>Tovomita glazioviana</i> Engl.									7	0,27	7,00	0,36	0,0932	0,23	0,25	0,86	2	0,12	0,0057	0,02	2,00	0,23	0,07	0,12
<i>Tovomitopsis saldanhae</i> Engl.	10	0,6	10	1	0,242	0,63	0,61	0,74	9	0,34	8,00	0,42	0,0432	0,11	0,23	0,87	2	0,12	0,0278	0,08	2,00	0,23	0,10	0,14
<i>Trattinnickia ferruginea</i> Kuhlman.									6	0,23	6,00	0,31	0,4293	1,06	0,65	1,60	2	0,12	0,0095	0,03	2,00	0,23	0,08	0,13
<i>Trichilia catigua</i> A. Juss.	8	0,48	8	0,8	0,085	0,22	0,35	0,5	36	1,38	29,00	1,51	0,4763	1,17	1,28	4,06	24	1,49	0,4652	1,26	20,00	2,26	1,37	1,67
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	12	0,71	8	0,8	0,064	0,17	0,44	0,56									8	0,50	0,0351	0,09	8,00	0,90	0,30	0,50
<i>Trichilia emarginata</i> (Turcz.) C. DC.	6	0,36	6	0,6	0,019	0,05	0,21	0,33	33	1,26	26,00	1,36	0,1281	0,32	0,79	2,94								
<i>Trichilia hirta</i> L.	4	0,24	4	0,4	0,01	0,03	0,13	0,22																
<i>Trichilia lepidota</i> Mart.									3	0,11	3,00	0,16	0,0527	0,13	0,12	0,40	10	0,62	0,2060	0,56	10,00	1,13	0,59	0,77
<i>Trichilia pallida</i> Sw.									3	0,11	2,00	0,10	0,0311	0,08	0,10	0,30								
<i>Trichilia selloi</i> C. DC.																	8	0,50	0,0714	0,19	8,00	0,90	0,35	0,53
<i>Urbanodendron verrucosum</i> (Nees) Mez	4	0,24	4	0,4	0,011	0,03	0,14	0,22	22	0,84	17,00	0,89	0,0757	0,19	0,52	1,92								
<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd.	6	0,36	4	0,4	0,041	0,11	0,23	0,29									4	0,25	0,0099	0,03	4,00	0,45	0,14	0,24
<i>Vernonia diffusa</i> Less.									4	0,15	4,00	0,21	0,0445	0,11	0,13	0,47	2	0,12	0,0322	0,09	2,00	0,23	0,11	0,15
<i>Virola gardneri</i> (A. DC.) Warb.	8	0,48	6	0,6	0,082	0,21	0,35	0,43	59	2,26	42,00	2,19	1,8876	4,64	3,45	9,09	26	1,61	0,8971	2,43	20,00	2,26	2,02	2,10
<i>Virola oleifera</i> (Schott) A.C. Sm.	16	0,95	14	1,4	1,715	4,46	2,71	2,27	19	0,73	17,00	0,89	0,4630	1,14	0,94	2,75	10	0,62	0,4113	1,11	8,00	0,90	0,87	0,88

Continua...

Quadro 1A, continuação.

Espécie	1- Campos (2002)								2- Irsigler (2002)								3- Santos (2005)							
	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC %	VI %	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC %	VI %	DA	DR	DoA	DoR	FA	FR	VC %	VI %
<i>Xylopiya brasiliensis</i> Spreng.									3	0,11	3,00	0,16	0,0607	0,15	0,13	0,42								
<i>Xylopiya sericea</i> A. St.-Hil.	4	0,24	4	0,4	0,041	0,11	0,18	0,25	3	0,11	3,00	0,16	0,0332	0,08	0,10	0,35								
<i>Xylosma salzmännii</i> (Clos) Eichler	8	0,48	8	0,8	0,047	0,12	0,3	0,46	2	0,08	2,00	0,10	0,0255	0,06	0,07	0,24	2	0,12	0,0073	0,02	2,00	0,23	0,07	0,12
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.									3	0,11	3,00	0,16	0,1439	0,35	0,23	0,63								
<i>Zollernia ilicifolia</i> (Brongn.) Vogel																	4	0,25	0,0328	0,09	4,00	0,45	0,17	0,26
Indeterminada I	6	0,36	6	0,6	0,037	0,1	0,23	0,35																
Indeterminada II	6	0,36	2	0,2	0,063	0,16	0,26	0,24																
Indeterminada sp. 1									19	0,73	18,00	0,94	0,1868	0,46	0,60	2,13								
Indeterminada sp. 2									1	0,04	1,00	0,05	0,0008	0,00	0,02	0,09								
Indeterminada sp. 3									1	0,04	1,00	0,05	0,0067	0,02	0,03	0,11								
Indeterminada sp. 4									1	0,04	1,00	0,05	0,0443	0,11	0,08	0,20								
Indeterminada sp. 5									1	0,04	1,00	0,05	0,0661	0,16	0,10	0,25								
Indeterminada																	2	0,12	0,0310	0,08	2,00	0,23	0,11	0,14

ANEXO 2

Quadro 2A – Parâmetros da estrutura horizontal da capoeira, segundo Pinto (2005), em que: DA = densidade absoluta; DR = densidade relativa; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; DoA = dominância absoluta; DoR = dominância relativa; VC = valor de cobertura e VI = valor de importância, em porcentagem.

Espécies	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC %	VI %
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.	3,3	0,25	10,0	0,56	0,0325	0,18	0,22	0,98
<i>Bauhinia forficata</i> Link	3,3	0,25	10,0	0,56	0,0140	0,08	0,17	0,88
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	6,7	0,50	20,0	1,11	0,0647	0,35	0,43	1,96
<i>Cecropia glaziovii</i> Sneathl.	20,0	1,50	40,0	2,22	0,1333	0,72	1,11	4,45
<i>Cecropia hololeuca</i> Miq.	10,0	0,75	30,0	1,67	0,4547	2,47	1,61	4,89
<i>Croton floribundus</i> Spreng.	3,3	0,25	10,0	0,56	0,0072	0,04	0,15	0,85
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemao ex Benth.	6,7	0,50	10,0	0,56	0,0370	0,20	0,35	1,26
<i>Dictyoloma vandellianum</i> A.H.L. Juss.	6,7	0,50	20,0	1,11	0,0482	0,26	0,38	1,87
<i>Erythroxylum pelleterianum</i> A. St.-Hil.	33,3	2,51	50,0	2,78	0,1081	0,59	1,55	5,87
<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	13,3	1,00	30,0	1,67	0,0484	0,26	0,63	2,93
<i>Luehea grandiflora</i> Mart.	36,7	2,76	50,0	2,78	16,8610	9,17	5,97	14,70
<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	3,3	0,25	10,0	0,56	0,0081	0,04	0,15	0,85
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	10,0	0,75	30,0	1,67	0,0283	0,15	0,45	2,57
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	90,0	6,77	90,0	5,00	20,4840	11,10	8,94	22,90
<i>Myrcia fallax</i> (Rich.) DC.	16,7	1,25	50,0	2,78	0,1417	0,77	1,01	4,80
<i>Myrcia rostrata</i> DC.	10,0	0,75	30,0	1,67	0,0351	0,19	0,47	2,61
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J. F. Macbr.	160,0	12,03	100,0	5,56	54,6380	29,70	20,87	47,20
<i>Piptocarpha macropoda</i> (DC.) Baker	100,0	7,52	70,0	3,89	17,4940	9,51	8,52	20,90
<i>Protium warmingiana</i> March, L.	13,3	1,00	30,0	1,67	0,0477	0,26	0,63	2,93

Continua...

Quadro 2A, continuação.

Espécies	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VC %	VI %
<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax	6,7	0,50	20,0	1,11	0,0541	0,29	0,40	1,91
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin	6,7	0,50	20,0	1,11	0,0255	0,14	0,32	0,75
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S. Irwin & Barneby	56,7	4,26	80,0	4,44	0,5683	3,09	3,68	11,70
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	70,0	5,26	90,0	5,00	0,2211	1,20	3,23	11,40
<i>Solanum cernuum</i> Vell.	3,3	0,25	10,0	0,56	0,0068	0,04	0,15	0,84
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, Lanj. & Wess. Boer	3,3	0,25	10,0	0,56	0,0446	0,24	0,25	1,05
<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K. Schum.	56,7	4,26	70,0	3,89	0,5625	3,06	3,66	11,20
<i>Trichilia pallida</i> Sw.	43,3	3,26	50,0	2,78	0,1234	0,67	1,97	6,71
<i>Vernonanthura diffusa</i> (Less.) H. Rob.	146,7	11,03	80,0	4,44	13,7300	7,46	9,25	22,90
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.	20,0	1,50	50,0	2,78	0,0864	0,47	0,99	4,75
<i>Xylopia sericea</i> A. St.-Hil.	33,3	2,51	60,0	3,33	0,2217	1,21	1,86	7,05
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam	23,3	1,75	40,0	2,22	0,1513	0,82	1,29	4,80

ANEXO 3

Quadro 3A – Fluxo de caixa completo para o FRVA.

<i>Ano</i>	<i>Custos</i>		<i>Receitas</i>		<i>Resultado líquido (R\$.ha⁻¹)</i>
	<i>Fonte de custos</i>	<i>R\$.ha⁻¹</i>	<i>Fonte de receitas</i>	<i>R\$.ha⁻¹</i>	
1	Custo oportunidade da terra	300,00			
	Cercamento	582,61			
	Elaboração de projeto no MDL	291,40			
	Roçada	209,94			
	Coveamento	444,32	CCs	7.166,94	4.725,51
	Plantio	370,24			
	Roçada pós-plantio	149,95			
	Combate a formigas	37,49			
	Adubação	55,48			
2	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00			-362,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
3	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00			-362,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
4	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00			-362,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
5	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00			-362,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
6	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00			-362,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
7	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00			-362,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
8	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00			-362,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
9	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00			-362,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
10	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00			-362,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
11	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00			-362,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			

Continua...

Quadro 3A, continuação.

<i>Ano</i>	<i>Custos</i>		<i>Receitas</i>		<i>Resultado líquido (R\$.ha⁻¹)</i>
	<i>Fonte de custos</i>	<i>R\$.ha⁻¹</i>	<i>Fonte de receitas</i>	<i>R\$.ha⁻¹</i>	
12	Limpeza de aceiros	40,00			-362,00
	Combate a formigas	22,00			
	Custo oportunidade da terra	300,00			
13	Limpeza de aceiros	40,00			-362,00
	Combate a formigas	22,00			
	Custo oportunidade da terra	300,00			
14	Limpeza de aceiros	40,00			-362,00
	Combate a formigas	22,00			
	Custo oportunidade da terra	300,00			
15	Limpeza de aceiros	40,00			-362,00
	Combate a formigas	22,00			
	Custo oportunidade da terra	300,00			
16	Limpeza de aceiros	40,00			-362,00
	Combate a formigas	22,00			
	Custo oportunidade da terra	300,00			
17	Limpeza de aceiros	40,00			-362,00
	Combate a formigas	22,00			
	Custo oportunidade da terra	300,00			
18	Limpeza de aceiros	40,00			-362,00
	Combate a formigas	22,00			
	Custo oportunidade da terra	300,00			
19	Limpeza de aceiros	40,00			-362,00
	Combate a formigas	22,00			
	Custo oportunidade da terra	300,00			
20	Limpeza de aceiros	40,00			-362,00
	Combate a formigas	22,00			
	Custo oportunidade da terra	300,00			
21	Limpeza de aceiros	40,00			-362,00
	Combate a formigas	22,00			
	Custo oportunidade da terra	300,00			
22	Limpeza de aceiros	40,00			-362,00
	Combate a formigas	22,00			
	Custo oportunidade da terra	300,00			
23	Limpeza de aceiros	40,00			-362,00
	Combate a formigas	22,00			
	Custo oportunidade da terra	300,00			
24	Limpeza de aceiros	40,00			-362,00
	Combate a formigas	22,00			
	Custo oportunidade da terra	300,00			
25	Limpeza de aceiros	40,00			-362,00
	Combate a formigas	22,00			
	Custo oportunidade da terra	300,00			

Continua...

Quadro 3A, continuação.

<i>Ano</i>	<i>Custos</i>		<i>Receitas</i>		<i>Resultado líquido (R\$.ha⁻¹)</i>
	Fonte de custos	R\$.ha⁻¹	Fonte de receitas	R\$.ha⁻¹	
26	Limpeza de aceiros	40,00			-362,00
	Combate a formigas	22,00			
	Custo oportunidade da terra	300,00			
27	Limpeza de aceiros	40,00			-362,00
	Combate a formigas	22,00			
	Custo oportunidade da terra	300,00			
28	Limpeza de aceiros	40,00			-362,00
	Combate a formigas	22,00			
	Custo oportunidade da terra	300,00			
29	Limpeza de aceiros	40,00			-362,00
	Combate a formigas	22,00			
	Custo oportunidade da terra	300,00			
30	Limpeza de aceiros	40,00			-362,00
	Combate a formigas	22,00			
	Custo oportunidade da terra	300,00			

ANEXO 4

Quadro 4A – Fluxo de caixa completo para o FRVL.

<i>Ano</i>	<i>Custos</i>		<i>Receitas</i>		<i>Resultado líquido (R\$.ha⁻¹)</i>
	<i>Fonte de custos</i>	<i>R\$.ha⁻¹</i>	<i>Fonte de receitas</i>	<i>R\$.ha⁻¹</i>	
1	Custo oportunidade da terra	300,00			
	Cercamento	582,61			
	Elaboração de projeto no MDL	291,40			
	Roçada	209,94			
	Coveamento	444,32	CCs	206,42	-2.235,01
	Plantio	370,24			
	Roçada pós-plantio	149,95			
	Combate a formigas	37,49			
	Adução	55,48			
2	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00	CCs	240,02	-121,98
	Custo oportunidade da terra	300,00			
3	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00	CCs	240,02	-121,98
	Custo oportunidade da terra	300,00			
4	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00	CCs	240,02	-121,98
	Custo oportunidade da terra	300,00			
5	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00	CCs	240,02	-121,98
	Custo oportunidade da terra	300,00			
6	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00	CCs	240,02	-121,98
	Custo oportunidade da terra	300,00			
7	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00	CCs	240,02	-121,98
	Custo oportunidade da terra	300,00			
8	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00	CCs	240,02	-121,98
	Custo oportunidade da terra	300,00			
9	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00	CCs	240,02	-121,98
	Custo oportunidade da terra	300,00			
10	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00	CCs	240,02	-121,98
	Custo oportunidade da terra	300,00			
11	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00	CCs	240,02	-121,98
	Custo oportunidade da terra	300,00			

Continua...

Quadro 4A, continuação.

<i>Ano</i>	<i>Custos</i>		<i>Receitas</i>		<i>Resultado líquido (R\$.ha⁻¹)</i>
	<i>Fonte de custos</i>	<i>R\$.ha⁻¹</i>	<i>Fonte de receitas</i>	<i>R\$.ha⁻¹</i>	
12	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00	CCs	240,02	-121,98
	Custo oportunidade da terra	300,00			
13	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00	CCs	240,02	-121,98
	Custo oportunidade da terra	300,00			
14	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00	CCs	240,02	-121,98
	Custo oportunidade da terra	300,00			
15	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00	CCs	240,02	-121,98
	Custo oportunidade da terra	300,00			
16	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00	CCs	240,02	-121,98
	Custo oportunidade da terra	300,00			
17	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00	CCs	240,02	-121,98
	Custo oportunidade da terra	300,00			
18	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00	CCs	240,02	-121,98
	Custo oportunidade da terra	300,00			
19	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00	CCs	240,02	-121,98
	Custo oportunidade da terra	300,00			
20	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00	CCs	240,02	-121,98
	Custo oportunidade da terra	300,00			
21	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00	CCs	240,02	-121,98
	Custo oportunidade da terra	300,00			
22	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00	CCs	240,02	-121,98
	Custo oportunidade da terra	300,00			
23	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00	CCs	240,02	-121,98
	Custo oportunidade da terra	300,00			
24	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00	CCs	240,02	-121,98
	Custo oportunidade da terra	300,00			
25	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00	CCs	240,02	-121,98
	Custo oportunidade da terra	300,00			

Continua...

Quadro 4A, continuação.

<i>Ano</i>	<i>Custos</i>		<i>Receitas</i>		<i>Resultado líquido (R\$.ha⁻¹)</i>
	Fonte de custos	R\$.ha⁻¹	Fonte de receitas	R\$.ha⁻¹	
26	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00	CCs	240,02	-121,98
	Custo oportunidade da terra	300,00			
27	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00	CCs	240,02	-121,98
	Custo oportunidade da terra	300,00			
28	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00	CCs	240,02	-121,98
	Custo oportunidade da terra	300,00			
29	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00	CCs	240,02	-121,98
	Custo oportunidade da terra	300,00			
30	Limpeza de aceiros	40,00			
	Combate a formigas	22,00	CCs	240,02	-121,98
	Custo oportunidade da terra	300,00			

ANEXO 5

Quadro 5A – Fluxo de caixa completo para a C.

<i>Ano</i>	<i>Custos</i>		<i>Receitas</i>		<i>Resultado líquido (R\$.ha⁻¹)</i>
	<i>Fonte de custos</i>	<i>R\$.ha⁻¹</i>	<i>Fonte de receitas</i>	<i>R\$.ha⁻¹</i>	
<i>1</i>	Custo oportunidade da terra	300,00	CCs	1.876,10	847,79
	Cercamento	582,61			
	Elaboração de projeto no MDL	145,70			
<i>2</i>	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
<i>3</i>	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
<i>4</i>	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
<i>5</i>	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
<i>6</i>	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
<i>7</i>	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
<i>8</i>	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
<i>9</i>	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
<i>10</i>	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
<i>11</i>	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
<i>12</i>	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
<i>13</i>	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
<i>14</i>	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
<i>15</i>	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
<i>16</i>	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
<i>17</i>	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
<i>18</i>	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
<i>19</i>	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
<i>20</i>	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			

Continua...

Quadro 5A, continuação.

<i>Ano</i>	<i>Custos</i>		<i>Receitas</i>		<i>Resultado líquido (R\$.ha⁻¹)</i>
	Fonte de custos	R\$.ha⁻¹	Fonte de receitas	R\$.ha⁻¹	
21	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
22	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
23	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
24	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
25	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
26	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
27	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
28	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
29	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
30	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			

ANEXO 6

Quadro 6A – Fluxo de caixa completo para a MP.

<i>Ano</i>	<i>Custos</i>		<i>Receitas</i>		<i>Resultado líquido (R\$.ha⁻¹)</i>
	Fonte de custos	R\$.ha⁻¹	Fonte de receitas	R\$.ha⁻¹	
1	Custo oportunidade da terra	300,00	CCs	5.451,17	4.422,86
	Cercamento	582,61			
	Elaboração de projeto no MDL	145,70			
2	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
3	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
4	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
5	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
6	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
7	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
8	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
9	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
10	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
11	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
12	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
13	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
14	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
15	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
16	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
17	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
18	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
19	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
20	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			

Continua...

Quadro 6A, continuação.

<i>Ano</i>	<i>Custos</i>		<i>Receitas</i>		<i>Resultado líquido (R\$.ha⁻¹)</i>
	Fonte de custos	R\$.ha⁻¹	Fonte de receitas	R\$.ha⁻¹	
21	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
22	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
23	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
24	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
25	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
26	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
27	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
28	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
29	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			
30	Limpeza de aceiros	40,00			-340,00
	Custo oportunidade da terra	300,00			

ANEXO 7

Quadro 7A – Fluxo de caixa completo para a MPSA.

<i>Ano</i>	<i>Custos</i>		<i>Receitas</i>		<i>Resultado líquido (R\$.ha⁻¹)</i>
	Fonte de custos	R\$.ha⁻¹	Fonte de receitas	R\$.ha⁻¹	
1	Custo oportunidade da terra	300,00	Serviços ambientais	342,95	-539,66
	Cercamento	582,61			
2	Limpeza de aceiros	40,00	Serviços ambientais	347,06	7,06
	Custo oportunidade da terra	300,00			
3	Limpeza de aceiros	40,00	Serviços ambientais	351,22	11,22
	Custo oportunidade da terra	300,00			
4	Limpeza de aceiros	40,00	Serviços ambientais	355,44	15,44
	Custo oportunidade da terra	300,00			
5	Limpeza de aceiros	40,00	Serviços ambientais	359,70	19,70
	Custo oportunidade da terra	300,00			
6	Limpeza de aceiros	40,00	Serviços ambientais	364,02	24,02
	Custo oportunidade da terra	300,00			
7	Limpeza de aceiros	40,00	Serviços ambientais	368,39	28,39
	Custo oportunidade da terra	300,00			
8	Limpeza de aceiros	40,00	Serviços ambientais	372,81	32,81
	Custo oportunidade da terra	300,00			
9	Limpeza de aceiros	40,00	Serviços ambientais	377,28	37,28
	Custo oportunidade da terra	300,00			
10	Limpeza de aceiros	40,00	Serviços ambientais	381,81	41,81
	Custo oportunidade da terra	300,00			
11	Limpeza de aceiros	40,00	Serviços ambientais	386,39	46,39
	Custo oportunidade da terra	300,00			
12	Limpeza de aceiros	40,00	Serviços ambientais	391,03	51,03
	Custo oportunidade da terra	300,00			
13	Limpeza de aceiros	40,00	Serviços ambientais	395,72	55,72
	Custo oportunidade da terra	300,00			
14	Limpeza de aceiros	40,00	Serviços ambientais	400,47	60,47
	Custo oportunidade da terra	300,00			
15	Limpeza de aceiros	40,00	Serviços ambientais	405,27	65,27
	Custo oportunidade da terra	300,00			
16	Limpeza de aceiros	40,00	Serviços ambientais	410,13	70,13
	Custo oportunidade da terra	300,00			
17	Limpeza de aceiros	40,00	Serviços ambientais	415,06	75,06
	Custo oportunidade da terra	300,00			
18	Limpeza de aceiros	40,00	Serviços ambientais	420,04	80,04
	Custo oportunidade da terra	300,00			
19	Limpeza de aceiros	40,00	Serviços ambientais	425,08	85,08
	Custo oportunidade da terra	300,00			
20	Limpeza de aceiros	40,00	Serviços ambientais	430,18	90,18
	Custo oportunidade da terra	300,00			

Continua...

Quadro 7A, continuação.

<i>Ano</i>	<i>Custos</i>		<i>Receitas</i>		<i>Resultado líquido (R\$.ha⁻¹)</i>
	Fonte de custos	R\$.ha⁻¹	Fonte de receitas	R\$.ha⁻¹	
21	Limpeza de aceiros	40,00	Serviços ambientais	435,34	95,34
	Custo oportunidade da terra	300,00			
22	Limpeza de aceiros	40,00	Serviços ambientais	440,56	100,56
	Custo oportunidade da terra	300,00			
23	Limpeza de aceiros	40,00	Serviços ambientais	445,85	105,85
	Custo oportunidade da terra	300,00			
24	Limpeza de aceiros	40,00	Serviços ambientais	451,20	111,20
	Custo oportunidade da terra	300,00			
25	Limpeza de aceiros	40,00	Serviços ambientais	456,61	116,61
	Custo oportunidade da terra	300,00			
26	Limpeza de aceiros	40,00	Serviços ambientais	462,09	122,09
	Custo oportunidade da terra	300,00			
27	Limpeza de aceiros	40,00	Serviços ambientais	467,63	127,63
	Custo oportunidade da terra	300,00			
28	Limpeza de aceiros	40,00	Serviços ambientais	473,25	133,25
	Custo oportunidade da terra	300,00			
29	Limpeza de aceiros	40,00	Serviços ambientais	478,92	138,92
	Custo oportunidade da terra	300,00			
30	Limpeza de aceiros	40,00	Serviços ambientais	484,67	144,67
	Custo oportunidade da terra	300,00			