

MICHELE KARINA COTTA

**QUANTIFICAÇÃO DE BIOMASSA E ANÁLISE ECONÔMICA  
DO CONSÓRCIO SERINGUEIRA-CACAU PARA GERAÇÃO DE  
CRÉDITOS DE CARBONO**

Tese 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  
2005

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T	Cotta, Michele Karina, 1977-
C864q	Quantificação de biomassa e análise econômica do
2005	consórcio seringueira-cacau para geração de créditos
	de carbono / Michele Karina Cotta. – Viçosa : UFV,
2005.	x, 89f. : il. ; 29cm.
	Inclui anexos.
	Orientador: Laércio Antônio Gonçalves Jacovine.
	Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.	
	Inclui bibliografia.
	1. Seringueira - Consórcio com cacau - Aspectos
	ambientais. 2. Cacau - Consórcio com seringueira -
	Aspectos econômicos. 3. Aquecimento global -
Legislação.	4. Proteção ambiental - Legislação. 5. Biomassa
florestal.	6. Economia florestal I. Universidade Federal de
Viçosa.	II.Título.
	CDD 22.ed. 634.918

MICHELE KARINA COTTA

**QUANTIFICAÇÃO DE BIOMASSA E ANÁLISE ECONÔMICA DO  
CONSÓRCIO SERINGUEIRA-CACAU PARA GERAÇÃO DE  
CRÉDITOS DE CARBONO**

Tese 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 EM: 17 de fevereiro de 2005.

---

Prof. Haroldo Nogueira de Paiva  
(Conselheiro)

---

Prof. Sebastião Renato Valverde  
(Conselheiro)

---

Prof. Carlos Pedro Boechat Soares

---

Pesq. Adonias de Castro Virgens Filho

---

Prof. Laércio Antônio Gonçalves Jacovine  
(Orientador)

*"A conquista não acontece por acaso; ela é o resultado de intenção clara e definida, esforço sincero, direção inteligente e execução habilidosa; representa uma escolha feita com sabedoria dentre muitas alternativas."*

*Willa A. Foster*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo.

À minha mãe, e ao Eduardo, pelo amor, pela compreensão e pelo incentivo a todo momento.

À Universidade Federal de Viçosa, ao Departamento de Engenharia Florestal pela oportunidade de realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pelo apoio financeiro.

Ao professor Laércio Antônio Gonçalves Jacovine, pela amizade e pela atenção dedicada.

Aos professores Haroldo Nogueira de Paiva, Sebastião Renato Valverde, Carlos Pedro Boechat Soares e Márcio Lopes da Silva, pelo incentivo e pelas sugestões.

Ao pesquisador Antônio de Pádua Alvarenga (EPAMIG), pelas sugestões.

Ao pesquisador Adonias de Castro Virgens Filho (CEPLAC), pelo contato intermediado, pelas sugestões e pela participação.

À CEPLAC, em especial a Eduardo Mágnio, Dan Érico, José Raimundo, Milton e Teresinha, pelas contribuições.

Aos Srs. Marco Antônio Fujihara e André Guimarães, pelas sugestões.

Ao Sr. Norberto Odebrecht, por disponibilizar a FRVJ para realização do experimento.

Aos Srs. Roberto Lessa e Paulo Sérgio Ribeiro, pelo apoio técnico.

Aos funcionários da FRVJ; a Luiz Carlos, Adailton, Rosenildo, e Giuliana, pelas colaborações nos trabalhos de campo.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Florestal, pela atenção.

Às minhas amigas de República, pela força, pelo carinho e pela amizade.

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

## CONTEÚDO

	Página
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUÇÃO.....	01
<b>CAPÍTULO 01</b>	
<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	
1. As mudanças climáticas e o meio ambiente.....	04
2. O efeito estufa.....	05
3. As políticas sobre as mudanças climáticas.....	06
3.1. Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas – CQNUMC.....	07
3.2. As Conferências das Partes – COPs.....	08
3.3. O Protocolo de Kyoto.....	09
3.4. O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL.....	11
3.5. Uso da Terra, Mudança no Uso da Terra e Florestas – LULUCF.....	13
4. O mercado de créditos de carbono.....	14
5. A fixação de carbono pelas florestas.....	15
6. A seringueira.....	17
7. O cacau.....	19
8. O consórcio seringueira-cacau.....	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>QUANTIFICAÇÃO DE BIOMASSA E GERAÇÃO DE CERTIFICADOS DE EMISSÕES REDUZIDAS NO CONSÓRCIO SERINGUEIRA-CACAU</b>	
RESUMO.....	29
1. INTRODUÇÃO.....	30
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	32
2.1. Caracterização da área de estudo.....	32
2.2. Determinação do diâmetro médio e quantificação da biomassa arbórea..	32
2.3. Quantificação da biomassa da serapilheira.....	35
2.4. Estimativa do estoque de carbono e conversão do carbono em CO <sub>2</sub>	

equivalente.....	36
2.5. Contabilização dos CERs.....	36
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
3.1. Caracterização diamétrica do consórcio seringueira-cacau.....	37
3.2. Biomassa e carbono presentes nas árvores de seringueira e de cacau.....	38
3.3. Biomassa e carbono presentes na serapilheira.....	43
3.4. Contabilização do carbono no consórcio e geração dos CERs.....	44
3.5. O consórcio seringueira-cacau no contexto das mudanças climáticas.....	45
4. CONCLUSÕES.....	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49

### **CAPÍTULO 3**

#### **ANÁLISE ECONÔMICA DO CONSÓRCIO SERINGUEIRA-CACAU COM ENFOQUE NA GERAÇÃO DE CERTIFICADOS DE EMISSÕES REDUZIDAS – CERS**

RESUMO.....	53
1. INTRODUÇÃO.....	54
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	57
2.1. Caracterização da área de estudo.....	57
2.2. Quantificação de biomassa, estimativa de carbono e contabilização dos CERs.....	57
2.3. Cenários estudados.....	60
2.4. Fluxo de caixa e taxa de desconto utilizada.....	60
2.4.1. Composição dos custos.....	61
2.4.2. Composição das receitas.....	62
2.5. Análise econômica.....	63
2.5.1. Valor Presente Líquido (VPL).....	63
2.5.2. Taxa Interna de Retorno (TIR).....	64
2.5.3. Valor Anual Equivalente (VAE).....	64
2.6. Análise de sensibilidade.....	65
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	66
3.1. Análise econômica.....	66
3.1.1. Fluxo de caixa do consórcio sem os CERs.....	66
3.1.2. Fluxo de caixa do consórcio com os CERs.....	69

3.1.3. Análise dos itens de custo.....	71
3.1.4. Análise da viabilidade econômica pelos critérios VPL, TIR e VAE .....	73
3.2. Análise de sensibilidade.....	74
3.3. O consórcio seringueira-cacau como projeto de MDL.....	76
4. CONCLUSÕES.....	79
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80
ANEXOS.....	83
ANEXO 1.....	84
ANEXO 2.....	88



## RESUMO

COTTA, Michele Karina, M.S., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2005. **Quantificação de biomassa e análise econômica do consórcio seringueira-cacau para geração de créditos de carbono.** Orientador: Laércio Antônio Gonçalves Jacobine. Conselheiros: Haroldo Nogueira de Paiva e Sebastião Renato Valverde.

Considerando a possibilidade de projetos de florestamento e reflorestamento gerarem Certificados de Emissões Reduzidas – CERs e serem elegíveis perante o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL, o presente estudo teve como objetivos quantificar a biomassa vegetal, estimar o estoque de carbono e analisar a viabilidade econômica do consórcio seringueira (*Hevea brasiliensis* M. Arg) e cacau (*Theobroma cacao* L.) para geração de CERs. A quantificação da biomassa vegetal foi realizada nas Fazendas Reunidas Vale do Juliana, Igrapiúna, BA, onde haviam consorciadas seringueiras com 34 anos e cacauzeiros com 6 anos de idade. A quantificação da biomassa arbórea foi feita através do método direto e destrutivo de 5 seringueiras e 10 cacauzeiros, selecionados em uma área de 2,2 ha. A biomassa da serapilheira foi quantificada por meio da coleta do material sobre o solo. Após quantificada a biomassa seca, esta foi convertida em carbono, adotando-se o fator 0,5. A contabilização dos CERs e a análise econômica foram realizadas para uma simulação do consórcio seringueira-cacau com horizonte de planejamento de 34 anos, em que a implantação da seringueira ocorreu no primeiro ano e a do cacauzeiro no quarto ano do projeto. Os critérios de avaliação econômica utilizados foram: Valor Presente Líquido – VPL, Taxa Interna de Retorno – TIR e Valor Anual Equivalente – VAE. Verificou-se que o estoque de carbono no consórcio da seringueira aos 34 anos com o cacauzeiro aos 6 anos de idade foi de 91,54 tC/ha. Deste total, 84,65 tC/ha estavam estocadas na seringueira (68,41 tC/ha na parte aérea e 16,24 tC/ha nas raízes), 5,22 tC/ha no cacau (3,78 tC/ha na parte aérea e 1,44 tC/ha nas raízes) e 1,67 tC/ha na serapilheira. O estoque de carbono estimado para consórcio da seringueira aos 34 anos com o cacauzeiro aos 30 anos de idade foi de 106,91 tC/ha, o que corresponde a 393 CERs/ha. A análise econômica demonstrou que: o custo de manutenção do consórcio é o mais representativo, correspondendo a 53% do custo total atualizado; o custo do projeto dos CERs, por hectare, foi equivalente

a 0,6% do custo total; o consórcio é viável com e sem os CERs; e que os CERs proporcionaram um incremento de 70% no VPL. Tendo em vista os resultados encontrados, pode-se concluir que: a contribuição da seringueira no estoque total de carbono do consórcio é maior do que a do cacaueteiro e a da serapilheira; o maior percentual de carbono, tanto na seringueira quanto no cacaueteiro encontra-se armazenado na copa; o consórcio mostra-se uma opção economicamente viável com e sem os CERs; a inclusão dos CER's é importante para o aumento da viabilidade econômica do consórcio e, conseqüentemente, para o desenvolvimento da atividade no país; o consórcio apresenta características favoráveis à aprovação pela Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, na modalidade de MDL, prevista no Protocolo de Kyoto.

## ABSTRACT

COTTA, Michele Karina, M.S., Universidade Federal de Viçosa, february 2005.  
**Biomass quantification and economical analysis of the rubber tree - cacao consortium for generation of carbon credits.** Adviser: Laércio Antônio Gonçalves Jacovine. Committee Members: Haroldo Nogueira de Paiva and Sebastião Renato Valverde.

Considering the possibility of forestation and reforestation projects to generate Emission Reduced Certificates – ERCs and to be eligible before the of Clean Development Mechanism – CDM, the present study objected to quantify the vegetal biomass, estimate the amount of carbon and to analyse the economical viability of the rubber tree (*Hevea brasiliensis* M. Arg) and cacao (*Theobroma cacao* L.) consortium for the generation of ERCs. The quantification of the vegetal biomass was undertaken at the Fazendas Reunidas Vale do Juliana, Igrapiúna, BA, where there were 34 years old rubber trees and 6 years old cacao trees. The quantification of the tree biomass was done through the direct method of destroying 5 rubber trees and 10 cacao in an area of 2,2 hectares. The biomass of the litter was calculated through the collection of the material from the ground. After quantifying the dry biomass, this was converted to carbon, adopting factor 0,5. The calculation of the ERCs and the economical analysis were undertaken for a simulation of the rubber tree-cacao consortium with a planning horizon of 34 years, where the implantation of the rubber tree and cacao tree occurred in the first and fourth year of the project, respectively. The criteria used for economical evaluation were: Net Present Value – NPL, Internal Rate of Return – IRR and Equivalent Annual Value – EAV. It was verified that the amount of carbon in the consortium between the rubber tree of 34 years old and the cacao of 6 years old was of 91,54 t C/ha. From this total amount, 84,65 t C/ha were stored in the rubber tree (68,41 t C/ha in the aerial part and 16,24 t C/ha in the roots), 5,22 tC/ha in the cacao (3,78 t C/ha in the aerial part and 1,44 t C/ha in the roots) and 1,67 tC/ha in the litter. The amount of carbon estimated for the consortium between the 34 years old rubber tree and the 30 years old cacao tree was of 106,91 tC/ha, what corresponds to 393 tCO<sub>2</sub>/ha. The economical analysis demonstrated that: the management cost of the consortium is the most representative, corresponding to 53% of the updated total cost; the cost of the ERCs projects, per hectares,

was equivalent to 0.6% of the total cost, the consortium is viable with and without the ERCs; and the ERCs proportionate an increase of 70% in the NPL. Due to the results found, we can conclude that: the contribution of the rubber tree to the final amount of carbon of the consortium is bigger than the contribution from the cacao and from the litter; the biggest percentage of carbon, in both the rubber tree and the cacao, was concentrated in the canopy the trees; the consortium appears as an economically viable option with or without the ERCs; the ERCs is important for the increase of the economic viability and for the activity's development in the country; the consortium shows favorable characteristics to the eligibly before the United Nations Framework Convention on Climate Change, in agreement with the CDM, proposed at the Kyoto Protocol.

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a humanidade vem sendo alertada sobre uma das mais sérias ameaças ambientais do planeta: as mudanças climáticas. A principal causa desse fenômeno tem sido atribuída ao aumento de determinados gases na atmosfera terrestre, os chamados Gases de Efeito Estufa - GEE. Cientistas alertam que, se não forem adotadas medidas para o controle do aumento desses gases, ter-se-á um aumento cada vez maior da temperatura média terrestre, o que poderá comprometer seriamente a qualidade de vida das futuras gerações.

Com o objetivo de minimizar a emissão dos GEE e os seus efeitos sobre o clima, foi aprovado pela Organização das Nações Unidas - ONU, em 1997, o Protocolo de Kyoto, o qual entrou em vigor no dia 16 de fevereiro de 2005. Este Protocolo determina que os países de economia desenvolvida (países do Anexo I) deverão adotar medidas de redução das emissões de GEE para um nível 5,2% inferior ao registrado em 1990, entre os anos de 2008 e 2012, e prevê a utilização de mecanismos de flexibilização, de forma a facilitar o atendimento aos compromissos assumidos por esses países. Dentre esses mecanismos destaca-se o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL.

O MDL originou-se de uma proposta brasileira e permite aos países desenvolvidos compensarem suas emissões por meio de financiamentos de projetos sediados em países em desenvolvimento. Basicamente, duas linhas de projetos são consideradas elegíveis no MDL: a redução de emissões por meio do aumento da eficiência energética e do uso de fontes renováveis de energia, conhecidos como projetos de energia; e o resgate de emissões e fixação de carbono através de atividades de florestamento e reflorestamento, denominados projetos de "seqüestro" de carbono.

Uma vez comprovada a efetiva redução de emissão dos GEE, seja por projeto de energia ou de "seqüestro" de carbono, o país hospedeiro do projeto poderá auferir certificados que comprovem a dita redução. Esses certificados são denominados Certificados de Emissões Reduzidas – CERs.

Embora os projetos florestais tenham encontrado maiores dificuldades na comprovação da redução dos GEE e na aprovação pelo Comitê Executivo da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas, é importante lembrar que, além de reduzir CO<sub>2</sub> da atmosfera, esse tipo de projeto

contribui consideravelmente para o desenvolvimento sustentável. Além disso, o setor florestal brasileiro apresenta excelentes oportunidades para impulsionar projetos dessa natureza como, por exemplo, a disponibilidade de terras e de mão-de-obra, as condições ambientais e o domínio de tecnologia.

Nesse contexto, atividades de florestamento e reflorestamento que envolvem o consórcio seringueira-cacau surgem como uma possibilidade de projeto a pleitear créditos de carbono através do MDL. Os projetos que englobam essas culturas apresentam vantagens consideráveis quanto ao armazenamento de carbono, visto que tanto a seringueira quanto o cacau são culturas perenes e de ciclo longo, capazes de estocar o carbono em sua biomassa por um grande período de tempo.

No entanto, para que se possa comprovar o potencial dos projetos envolvendo essas culturas na geração de CER's, torna-se necessário conhecer a quantidade de carbono armazenada em sua biomassa.

Assim, o presente estudo teve como objetivo geral estimar o estoque de carbono no consórcio seringueira-cacau, bem como analisar sua viabilidade econômica, com e sem os CERs.

O trabalho foi dividido em três capítulos. No primeiro, realizou-se uma revisão de literatura, em que foi abordada a questão do aquecimento global, suas conseqüências e as medidas que têm sido adotadas na tentativa de minimização do problema.

No segundo capítulo, deu-se ênfase à quantificação de biomassa e à geração de CERs pelo consórcio seringueira-cacau. O estoque de carbono foi estimado para os diversos compartimentos (tronco, galhos, folhas e raízes) da seringueira aos 34 anos de idade e do cacau aos 6 anos de idade. Após estimado o estoque de carbono do consórcio, foram contabilizados os CERs.

No terceiro capítulo foi analisada a viabilidade econômica do consórcio com e sem os créditos de carbono. Para isso, foi feita uma simulação do consórcio da seringueira aos 34 anos com o cacau aos 30 anos de idade; estimou-se o estoque de carbono e contabilizaram-se os CERs; identificaram-se os principais itens de custos e as receitas; realizou-se a análise econômica; procedeu-se à análise de sensibilidade no cenário considerando a inclusão dos CERs; e discutiu-se a possibilidade de o consórcio ser utilizado como alternativa de projeto de MDL.

## **CAPÍTULO 1**

### **REVISÃO DE LITERATURA**

## REVISÃO DE LITERATURA

### 1. As mudanças climáticas e o meio ambiente

A mudança do clima é um dos mais graves problemas ambientais enfrentados nos últimos anos, podendo ser considerada uma das mais sérias ameaças à sustentabilidade do meio ambiente, à saúde e ao bem-estar humano e à economia global (CEBDS, 2002; LOPES, 2002).

Segundo PEIXOTO et al. (2001), existem argumentos científicos de que a Terra passa por mudanças climáticas periódicas desde a sua origem, com ou sem a interferência do homem. Assim, o clima da terra, ao longo de sua existência, tem variado de extremos de temperaturas baixas a altas, com idades de gelo de até 100 mil anos, sucedidas por períodos quentes mais curtos, semelhantes ao que se encontra atualmente.

Cientistas do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – IPCC consideram haver fortes evidências de que a ação humana tem grande responsabilidade sobre a mudança do clima (IPCC, 2001b). De acordo com FRANGETTO e GAZANI (2002), a situação de risco de um aquecimento global exagerado se deu principalmente após a Revolução Industrial, à medida que houve o aumento do uso de combustíveis fósseis nos meios de produção, elevando em quase 50% os níveis de concentração de gases poluentes, entre eles os chamados gases de efeito estufa – GEE. Os GEE têm a capacidade de reter calor e alterar tanto o equilíbrio térmico quanto o climático do planeta.

A principal consequência prevista, devido ao aumento na concentração desses gases, é o aumento da temperatura global. Estima-se que a temperatura média da superfície terrestre tenha sofrido um acréscimo de 0,6 °C no século passado (SCARPINELLA, 2002), e alguns cientistas prevêem um aumento da ordem de 5,8 °C para os próximos 100 anos (COUTINHO, 2004).

Segundo IPCC (2001a), a década de 1990 e o ano de 1998 foram os mais quentes desde 1861, quando se iniciaram as medições de temperatura por instrumentação. É muito provável que tenha ocorrido uma redução em temperaturas extremamente baixas, com pequeno acréscimo na frequência de temperaturas extremamente altas.

Especialistas temem que o aquecimento global possa causar graves danos à humanidade, aos ecossistemas e à biodiversidade do planeta. A



ocorrência de fenômenos extremos em várias partes do mundo, como a elevação do nível do mar, as mudanças no regime de chuvas, a perda da biodiversidade, o aumento da incidência de doenças transmissíveis por mosquitos e outros vetores, entre outros, tem sido atribuída principalmente ao aumento da temperatura na terra (IPCC, 2001b).

## **2. O efeito estufa**

A atmosfera terrestre é constituída de gases que permitem a passagem da radiação solar e que absorvem parte do calor emitido pela superfície aquecida da terra (MOLION, 1995). Noventa e nove por cento desses gases são predominantemente nitrogênio ( $N_2$ ) e oxigênio ( $O_2$ ), e os outros 1% são gases que se encontram presentes em pequenas quantidades, os GEE, entre eles o dióxido de carbono ( $CO_2$ ), o metano ( $CH_4$ ), o óxido nitroso ( $N_2O$ ) e o vapor d'água. Esses gases recebem essa denominação por apresentarem a propriedade de aprisionar o calor emitido pela superfície terrestre e pela atmosfera, impedindo que este calor se dissipe para o espaço (BNDES; MCT, 1999).

Segundo CAMPOS (2001), o efeito estufa funciona da seguinte forma: a energia da radiação eletromagnética emitida pelo sol atinge a atmosfera na forma de radiação luminosa (ondas curtas), parte da radiação é refletida pela atmosfera, parte é absorvida e outra parte atravessa a atmosfera, alcançando a superfície terrestre. A superfície terrestre reflete uma parcela da radiação eletromagnética e absorve outra. As radiações absorvidas participam de processos físicos e sua energia transforma-se, resultando na emissão de calor pela terra, sob a forma de radiação térmica (ondas longas). O calor irradiado pela terra se dissipa para o espaço, porém parte dele é aprisionado na atmosfera pelos GEE.

MOLION (1995) afirma que o efeito estufa é um fenômeno natural que faz com que a temperatura média da superfície terrestre mantenha-se em torno de  $15^{\circ}C$ . Se não ocorresse esse fenômeno, a temperatura média do planeta seria de aproximadamente  $18^{\circ}C$  abaixo de zero, ou seja, o efeito estufa é responsável por um aumento de cerca de  $33^{\circ}C$ , criando, assim, condições para a existência de vida no planeta. Entretanto, a concentração excessiva desses

gases na atmosfera vem causando aquecimento em um nível que afeta o clima global significativamente.

Entre os GEE, o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), devido à quantidade em que é emitido, é o gás que mais contribui para o aquecimento global. Suas emissões representam aproximadamente 55% do total e o seu tempo de permanência na atmosfera é de no mínimo cem anos. Por sua vez, a quantidade de metano (CH<sub>4</sub>) emitida para a atmosfera é bem menor, mas seu potencial de aquecimento é 20 vezes superior ao do CO<sub>2</sub>. No caso do óxido nítrico (N<sub>2</sub>O) e dos clorofluorcarbonos (CFCs), suas concentrações na atmosfera são ainda menores, porém o poder de aquecimento desses gases é, respectivamente, 310 e 6.200 a 7.100 vezes maior que o do CO<sub>2</sub> (CARVALHO et al., 2002).

Segundo o IPCC, cerca de 3/4 das emissões antrópicas de dióxido de carbono para a atmosfera nos últimos 20 anos são decorrentes da queima de combustíveis fósseis, principalmente pelos setores industrial e de transportes. A quarta parte restante é predominantemente devido à mudança do uso do solo, queimadas e desmatamentos (SCARPINELLA, 2002).

### **3. As políticas sobre as mudanças climáticas**

As políticas internacionais sobre as mudanças climáticas emergiram em 1988, quando a Assembleia Geral das Nações Unidas levantou o assunto, declarando ser a mudança do clima uma preocupação comum à humanidade (YAMIN e DEPLEDGE, 2003).

Em 1990, o Primeiro Relatório do IPCC sobre mudanças climáticas advertia que, embora existissem muitas incertezas, a atividade humana estava conduzindo ao aumento das concentrações atmosféricas de CO<sub>2</sub> e às temperaturas ascendentes. Este relatório foi a principal referência para a Segunda Conferência Mundial do Clima, onde se concluiu pela necessidade de se estabelecer um Tratado Internacional sobre o tema. Em dezembro de 1990, a Assembleia Geral da ONU aprovou o início das negociações para esse tratado, estabelecendo o Comitê Intergovernamental de Negociação para a Convenção Quadro sobre Mudança do Clima (YAMIN e DEPLEDGE, 2003).

Na intenção de conter o agravamento do quadro de tendência e evidência de um aquecimento global exagerado, foi adotado em 1992, pelas Nações Unidas, um tratado internacional, a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas – CQNUMC, objetivando alcançar a estabilização das concentrações de GEE na atmosfera, de forma a impedir que a interferência do homem no meio ambiente provoque um desequilíbrio ameaçador sobre o sistema físico climático (FRANGETTO e GAZANI, 2002).

### **3.1. Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas – CQNUMC**

A CQNUMC foi assinada inicialmente pelo Brasil durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, que se realizou no Rio de Janeiro de 3 a 14 de junho de 1992. Foi ratificada por 186 países e entrou em vigor em 21 de março de 1994 (CONVENÇÃO DO CLIMA, 1995).

A CQNUMC é baseada em dois princípios básicos: precaução e responsabilidade comum, porém diferenciada. O primeiro princípio refere-se ao fato de que a ausência de plena certeza científica não deve ser usada como razão para que os países posterguem a adoção de medidas para prevenir, evitar ou minimizar as causas da mudança do clima e mitigar seus efeitos negativos (CAMPOS, 2001). O segundo princípio afirma que as necessidades específicas e circunstanciais dos países em desenvolvimento sejam consideradas e que a iniciativa de combate à mudança do clima e seus efeitos advenha dos países desenvolvidos, já que o desenvolvimento de uma nação está diretamente relacionado às suas emissões de GEE (FRANGETTO e GAZANI, 2002).

Em virtude desses princípios, os países signatários da Convenção foram divididos em países Anexo I, países com compromisso de redução de GEE e países não Anexo I, demais países integrantes da CQNUMC (SCARPINELLA, 2002).

Após a entrada em vigor da CQNUMC em 1994, os representantes dos países signatários passaram a se reunir anualmente para tomar decisões em prol do avanço no combate às mudanças climáticas. Esses encontros são chamados de Conferências das Partes – COPs: Parte é o mesmo que país e a COP constitui o órgão supremo da Convenção (CARVALHO et al., 2002).

### 3.2. As Conferências das Partes – COPs

A primeira Conferência das Partes - COP 1 foi realizada em 1995 em Berlim, na Alemanha. Nessa circunstância ficou definida a cidade de Bonn como sede do Secretariado da Convenção, estabeleceu-se uma fase piloto para as atividades implementadas conjuntamente e foi elaborado o Mandato de Berlim (CAMPOS, 2001).

O Mandato de Berlim estabeleceu que os países desenvolvidos deveriam – com base no princípio da responsabilidade comum, porém diferenciada – definir, num Protocolo, limitações quantificadas e objetivos de reduções para suas emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouro, de todos os GEE não controlados pelo Protocolo de Montreal, bem como descrever as políticas e as medidas que seriam necessárias para alcançar essas metas. Com isso, o grupo *Ad Hoc* de Berlim iniciou a elaboração de uma proposta para o Protocolo a ser apresentado em 1997, durante a COP 3, em Kyoto, no Japão (CAMPOS, 2001).

No ano de 1996, em Genebra, Suíça, na realização da COP 2, foi assinada a Declaração de Genebra, contemplando o acordo para a criação de obrigações legais de metas de redução para os países do Anexo I. Durante esta Conferência foi apresentado também o II Relatório de Avaliação do IPCC, fornecendo suporte à convergência de uma base científica internacional sobre o problema (MMA, 2002; CARVALHO et al., 2002).

A COP 3 ocorreu em 1997, em Kyoto, no Japão. Esta Conferência pode ser considerada uma das mais importantes, uma vez que foi estabelecido entre as Partes, um Protocolo que definiu metas e prazos relativos à redução ou à limitação das emissões futuras de GEE para os países do Anexo I. Esse acordo ficou conhecido como Protocolo de Kyoto (BNDES; MCT, 1999).

Em 1998, na COP 4, realizada em Buenos Aires, foi elaborado o Plano de Ação de Buenos Aires, o qual visava um plano de trabalho para implementar e ratificar o Protocolo de Kyoto. As COPs 5, 6, 6½ e 7, realizadas em Bonn (1999), Haia (2000), Bonn (2001) e Marrakesh (2001), respectivamente, procuraram terminar os trabalhos estipulados no plano de ação de Buenos Aires. No que se refere à COP 6, as negociações foram suspensas devido à ausência de acordo entre a União Européia e os Estados Unidos em assuntos

relacionados a sumidouros e às atividades de mudança do uso da terra. A retomada das negociações se deu com a COP 6 ½, em junho de 2001. Contudo, os Estados Unidos já haviam se retirado do processo de negociação, afirmando que não ratificariam o Protocolo de Kyoto. Este país alegou que os custos para a redução de emissões seriam muito elevados para a economia americana, bem como contestou a não-existência de metas para os países do sul, em especial, os grandes emissores como China, Índia e Brasil (CARVALHO et al., 2002).

Na oitava Conferência das Partes - COP 8, realizada em Nova Delhi, na Índia, em 2002, foi adotada a Declaração de Delhi sobre Mudança do Clima e Desenvolvimento Sustentável (IISD, 2003). Segundo WWI/UNA (2002), citado por FERNANDES (2003), a COP 8 frustrou as expectativas de organizadores, organismos não-governamentais – ONGs, ambientalistas, pesquisadores e representantes do governo, por não ter alcançado soluções definitivas para os principais impasses que atrasam a vigoração do Protocolo.

Durante a COP 9, realizada em Milão, Itália, em dezembro de 2003, deu-se continuidade às discussões sobre a regulamentação das atividades de LULUCF - *Land Use, Land Use Change and Forest* (Uso da Terra, Mudança no Uso da Terra e Florestas), incluindo: definições e modalidades para atividades de projetos de florestamento e reflorestamento; estabelecimento de créditos temporários – tCERs e de créditos a longo prazo – ICERs; definição para projetos de pequena escala; e opções metodológicas para inventariar e relatar as emissões decorrentes dessas atividades (IISD, 2003).

A última Conferência das partes, a COP 10, foi realizada em Buenos Aires, na Argentina, de 6 a 17 de dezembro de 2004. Dentre os assuntos discutidos nesta Conferência, merecem destaque: a entrada em vigor do Protocolo de Kyoto em fevereiro de 2005; os compromissos políticos para redução dos GEE na atmosfera após 2012 (final do período de vigência do Protocolo); e a apresentação do inventário das emissões de GEE do Brasil.

### **3.3. O Protocolo de Kyoto**

O Protocolo de Kyoto foi apresentado para a aprovação dos países signatários da Convenção durante a COP 3, em Kyoto, como uma proposta

concreta de início do processo de estabilização das emissões de GEE (CEBDS, 2001).

Através deste Protocolo, estabeleceu-se que os países do Anexo I ficariam obrigados a reduzir suas emissões de GEE para que elas se tornem 5,2% inferiores aos níveis de emissão de 1990; determinou ainda que essa redução deve ser realizada entre os anos de 2008 e 2012, fase definida como primeiro período de compromisso. Para possibilitar a implementação de seus propósitos de redução de emissões e ao mesmo tempo assegurar uma transição economicamente viável, o Protocolo de Kyoto estabeleceu a criação de mecanismos comerciais, chamados de "mecanismos de flexibilização" (CEBDS, 2001).

Segundo CAMPOS (2001), os mecanismos de flexibilização possibilitam que os países do Anexo I adquiram unidades de redução de emissão de GEE, seja por intermédio de aquisição direta, seja por intermédio de investimentos em projetos em outros países. Os três mecanismos de flexibilização são: Comércio de Emissões, Implementação Conjunta e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo.

O Comércio de Emissões é o mecanismo relativo à negociação de certificados de redução entre países do Anexo I. Qualquer país do Anexo I que tenha reduzido as emissões abaixo das suas metas poderá vender essa diferença para outros países do Anexo I, creditando então essas emissões nas suas metas (CEBDS, 2001; MMA, 2002; CARVALHO et al., 2002).

A Implementação Conjunta permite que qualquer país do Anexo I adquira certificados de redução através da implementação de projetos que levem à redução de emissões em países também do Anexo I (CEBDS, 2001; MMA, 2002).

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL permite que os países do Anexo I financiem projetos de redução de emissões ou absorção de carbono nos países em desenvolvimento, como forma de cumprir seus compromissos de redução de emissões e, ao mesmo tempo, contribuir para o desenvolvimento sustentável dos países emergentes. Em troca, ganhariam créditos, denominados Certificados de Emissões Reduzidas, os quais poderiam ser abatidos de sua meta de redução (CEBDS, 2001; MMA, 2002; FRANGETTO e GAZANI, 2002).

O Protocolo de Kyoto foi aberto para assinatura em 16 de março de 1998 e entrou em vigor no dia 16 de fevereiro de 2005, noventa dias após ter sido ratificado pela Rússia e, conseqüentemente, preenchido os requisitos para sua vigoração (ter sido ratificado por 55 Partes da Convenção, que corresponde a 55% das emissões totais de dióxido de carbono, em relação ao ano de 1990).

### **3.4. O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL**

O MDL surgiu de uma proposta brasileira, apresentada em maio de 1997 ao Secretariado da Convenção. A proposta consistia na criação de um Fundo de Desenvolvimento Limpo, que seria formado por meio de contribuições dos países desenvolvidos que não cumprissem suas metas de redução. Esse fundo seria utilizado para financiar projetos em países em desenvolvimento. Em Kyoto, a idéia do fundo foi transformada, estabelecendo-se o MDL (CARVALHO et al., 2002).

De acordo com PROTOCOLO DE KYOTO (1997), o artigo 12.2 estabelece que:

*“O objetivo do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo deve ser assistir as partes não incluídas no Anexo I para que atinjam o desenvolvimento sustentável e contribuam para o objetivo final da Convenção, e assistir as partes incluídas no Anexo I para que cumpram seus compromissos quantificados de limitação e redução de emissões.”*

FRANGETTO e GAZANI (2002) ressaltam que, com a implementação de projetos de MDL, busca-se a redução de emissão de GEE. Todavia é fundamental lembrar que as atividades de projetos de MDL acabam por ser o modo de implementação de uma série de compromissos subsidiários existentes, como, por exemplo, a viabilização da transferência de tecnologias mais limpas e ambientalmente seguras.

Segundo os mesmos autores, uma vez comprovada a efetiva redução de emissão de GEE, os participantes de projetos podem auferir certificados que comprovem a dita redução; tais certificados são denominados Certificados de Emissões Reduzidas.

Conforme descrito no artigo 12.5 do Protocolo de Kyoto (PROTOCOLO DE KYOTO, 1997), para que as atividades de projeto sejam consideradas elegíveis no âmbito do MDL, estas devem contribuir para o objetivo primordial da Convenção e atender a alguns requisitos fundamentais:

*"As reduções de emissões resultantes de cada atividade de projeto devem ser certificadas por entidades operacionais a serem designadas pela Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes deste Protocolo, com base em:*

*(a) Participação voluntária aprovada pelas Partes envolvidas;*

*(b) Benefícios reais, mensuráveis e de longo prazo relacionados com a mitigação da mudança do clima; e*

*(c) Reduções de emissões que sejam adicionais às que ocorreriam na ausência da atividade certificada de projeto".*

De acordo com CEBDS (2002), duas linhas de projetos são consideradas elegíveis como medidas de redução do efeito estufa no MDL:

i) Redução de emissões através do aumento da eficiência energética, do uso de fontes e combustíveis renováveis, adotando melhores tecnologias e sistemas para o setor de transportes e para o processo produtivo de modo geral;

ii) Resgate de emissões através de sumidouros e da estocagem dos gases de efeito estufa retirados da atmosfera, como: a injeção de CO<sub>2</sub> em reservatórios geológicos ou atividades relacionadas ao uso da terra, como o florestamento e o reflorestamento; estas últimas são conhecidas no processo de negociação do Protocolo de Kyoto como atividades de LULUCF.

O desenvolvimento de projetos de MDL demandará grande integração de conhecimentos e capacidade de adaptação às novas necessidades. É um processo que exigirá que os interesses públicos e privados estejam em constante trabalho interativo, fator básico para um bom posicionamento do Brasil no mercado dos CERs e para um fluxo positivo de desenvolvimento de projetos dessa natureza (CEBDS, 2002).



### **3.5. Uso da Terra, Mudança no Uso da Terra e Florestas – LULUCF**

Toda mudança no uso da terra altera os estoques de carbono, seja aumentando ou diminuindo esses estoques. Quando existe a conversão de terras com florestas para outros usos, considera-se que houve emissões de GEE. Estas emissões são causadas pela liberação dos reservatórios de carbono presentes na biomassa florestal, principalmente pela decomposição da matéria orgânica em forma de CO<sub>2</sub> (CAMPOS, 2001).

As atividades de LULUCF são aquelas relacionadas às reduções de emissões de GEE para atividades de florestamento e reflorestamento. Para serem aceitas no MDL, segundo SCARPINELLA (2002), devem seguir os seguintes princípios básicos:

- O tratamento destas atividades deve ter sólida base científica.
- Devem ser usadas metodologias consistentes ao longo do tempo para estimativa e relato de tais atividades.
- A mera presença de estoques de carbono deve ser excluída da contabilidade da redução das emissões.
- A implementação dessas atividades deve contribuir para a biodiversidade e o uso sustentável dos recursos naturais.

Segundo os Acordos de Marrakesh de 2001, as atividades de LULUCF podem ser empregadas somente em terras que, desde 31 de dezembro de 1989, não continham florestas. Ainda, para o primeiro período de compromisso (2008-2012), o total de redução de emissões resultantes de atividades de LULUCF não poderá ultrapassar 1% do total das emissões do ano-base de cada Parte Integrante do Anexo I, multiplicado por cinco (UNFCCC, 2001).

De acordo com Lashof e Hare (1999), citados por CAMPOS (2001), um dos argumentos para inclusão das atividades de LULUCF nos compromissos do Protocolo de Kyoto é que elas apresentam um baixo custo na redução líquida das emissões de GEE. Segundo ROCHA (2003), outro interesse claro neste tipo de projeto para mitigação do efeito estufa é o mercado de créditos de carbono, que deverá se tornar um bom negócio, principalmente após a entrada em vigor do Protocolo de Kyoto.

#### 4. O mercado de créditos de carbono

Desde as primeiras convenções sobre mudanças climáticas, a absorção de carbono pelas florestas – conhecida também como "seqüestro" de carbono – tem evoluído de uma idéia teórica até um mecanismo mercadológico que permite alcançar metas ambientais globais definidas pelo Protocolo de Kyoto (COSTA et al., 2000). Para ROCHA (2003), os mecanismos de flexibilização estabelecidos pelo Protocolo deixaram claro que o mercado poderá auxiliar no processo de redução das emissões através da criação de um valor transacionável para as reduções de GEE. Essas transações são realizadas através dos CERs, e fazem parte de um novo mercado: o chamado mercado de créditos de carbono.

Mesmo antes de o Protocolo de Kyoto entrar em vigor, havia uma série de transações ocorrendo em busca dos créditos antecipados, denominados "*early credits*". Em vários países já foram criados mercados domésticos para comercialização de reduções certificadas de emissões, provenientes de projetos de MDL. Alguns exemplos deste tipo de mercado são: o *Emissions Trading Scheme*, do Reino Unido; o CERUPT/ERUPT, do governo holandês; o programa norte-americano, *Chicago Climate Exchange*; e o *Prototype Carbon Fund*, do Banco Mundial (ROCHA, 2003).

Com a entrada em vigor do Protocolo de Kyoto, o mercado de créditos de carbono finalmente vai sair do papel. Estima-se que os recursos a serem negociados mundialmente neste mercado possam chegar a US\$ 3 bilhões por ano (Goldemberg, 1999, citado por ROCHA, 2003) ou de US\$ 5 bilhões a US\$ 17 bilhões por ano a partir de 2010 (Austin et al., 1999, citados por ROCHA, 2003). Segundo COSTA (1998), a *United Nations Conference on Trade and Development* prevê que a demanda por créditos de emissões de carbono chegará a cerca de US\$ 20 bilhões por ano, quando os mecanismos para esse comércio estiverem devidamente definidos e aceitos pela comunidade internacional.

Segundo HAITES (2004) e LECOCQ (2004), o CER gerado através de projetos de MDL competirá com outras unidades de redução de emissão no mercado internacional de créditos de carbono. Devido ao desmembramento da União Soviética e à forte recessão nos anos 90, as emissões russas são

inferiores à meta de redução prevista pelo Protocolo de Kyoto, podendo ser comercializadas pelo mecanismo de Implementação Conjunta. As previsões de mercado realizadas pelos mesmos autores indicam que a oferta de reduções de emissões pela Rússia reduzirá as estimativas de mercado como um todo, visto que haverá um excedente em relação à demanda, o que acarretará baixos preços dos créditos de carbono.

De acordo com ROCHA (2003), para que o mercado evolua e seja atrativo ao investidor, é importante garantir segurança, através de um regime forte e rígido de penalidades, registrando as negociações e monitorando e verificando as emissões. O crédito comercializado deve ser padronizado e a alocação eficiente das permissões ou créditos assegurada.

David Victor, diretor do Programa de Energia e Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Stanford, na Califórnia, conclui que este é um mercado importante a longo prazo, mas é necessário extrema cautela ao identificar seu verdadeiro tamanho e os "competidores". Para ele, o principal custo do nascente mercado de carbono é a incerteza sobre o que acontecerá em 2012, quando termina a vigência do primeiro período de compromisso do Protocolo de Kyoto (FÓRUM BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS, 2004).

## **5. A fixação de carbono pelas florestas**

A remoção do CO<sub>2</sub> da atmosfera por meio de plantios florestais é uma das opções para compensar as emissões de gases causadores do efeito estufa (ALBRECHT e KANDJI, 2003). Essa remoção ocorre através do processo de fotossíntese. O dióxido de carbono é fixado em compostos reduzidos de carbono, que são armazenados em forma de biomassa. Por sua vez, através do processo de respiração da planta, decomposição de seus resíduos e carbonização da biomassa, o carbono é emitido novamente e retorna para a atmosfera (REIS et al., 1994).

Segundo CIESLA (1995), a proporção do carbono absorvido pelas florestas está relacionada ao crescimento e à idade. As florestas removem carbono em maiores proporções quando jovens e em fase de crescimento. À

medida que vai atingindo a maturidade e o crescimento estabiliza, a absorção de carbono é reduzida.

Diferentes tipos de floresta armazenam diferentes quantidades de carbono em sua biomassa, e locais diferentes dentro do mesmo tipo de floresta também fazem variar muito a quantidade de biomassa (HOUGHTON, 1994). WATZLAWICK et al. (2002) e ALBRECHT e KANDJI (2003) afirmam que essa variação pode ser atribuída a características inerentes da planta, aos fatores ambientais, às condições edafoclimáticas e às práticas de manejo adotadas.

Durante a fase inicial de desenvolvimento de uma floresta, grande parte dos carboidratos é direcionada à produção da biomassa da copa e das raízes. Entretanto, com o passar do tempo, a produção relativa de biomassa do tronco aumenta e a das folhas e dos ramos diminui gradativamente (SCHUMACHER, 1996).

Nos últimos anos tem aumentado o interesse em relação ao "seqüestro" de carbono pelas florestas plantadas, em razão da elevada taxa de crescimento e, conseqüentemente, da alta capacidade de remover CO<sub>2</sub> da atmosfera (REIS et al., 1994). Esses mesmos autores encontraram um estoque médio de carbono de 38,84 tC/ha em plantações de eucalipto aos 7 anos de idade, o que corresponde a um incremento de 5,48 tC/ha.ano, sendo 63% provenientes da biomassa do tronco, 10% da copa e 22% das raízes. Já PAIXÃO (2004), encontrou um estoque médio de carbono de 71,13 tC/ha em um plantio de *Eucalyptus grandis* aos 6 anos de idade, distribuídos da seguinte forma: 67,06% na parte aérea, 20,68% nas raízes e 12,26% na manta orgânica.

Em outro estudo semelhante, SCHUMACHER et al. (2002), encontraram um estoque de 133,9 tC/ha em um povoamento de *Pinus taeda* com 20 anos de idade, no Rio Grande do Sul, ou seja, 6,7 tC/ha.ano. Deste total, 71% estava estocado no tronco, 16% na copa e 13% nas raízes.

HAMEL e ESCHBACH (2001), pesquisadores do CIRAD, órgão de pesquisa da França, encontraram valores em torno de 68 tC/ha, fixado pela biomassa da *Hevea* sp. aos 33 anos de idade. Já CARMO et al. (2004) encontraram para a seringueira de diferentes clones, no Estado de Minas Gerais, um estoque de 72,8 tC/ha e 74,2 tC/ha, com 21 e 15 anos de idade, respectivamente.

Assim, as florestas surgem como um grande alento, pois, além de serem um recurso natural renovável, podem contribuir decisivamente para reduzir os impactos ambientais do efeito estufa e das suas implicações nas mudanças climáticas (SANQUETA, 2002).

## 6. A seringueira

A seringueira, *Hevea brasiliensis* M. Arg., é uma planta laticífera, originada no Brasil e característica da floresta Amazônica. Pertencente à família Euphorbiaceae, atinge 20 a 30 metros de altura e diâmetro do tronco entre 30 e 60 cm (LORENZI, 1998).

O gênero *Hevea* compreende cerca de 11 espécies, das quais *Hevea brasiliensis* é a única plantada e explorada comercialmente, por ser uma das mais produtivas e possuir látex de qualidade superior ao das demais (PEREIRA et al., 2000).

As primeiras iniciativas de cultivo da seringueira no Brasil e no exterior buscaram áreas com condições climáticas semelhantes às que predominam na área de distribuição natural do gênero. Assim, até o final dos anos 60, a quase totalidade da produção nacional de seringais de cultivo no Brasil provinha de áreas submetidas a condições de clima quente, variando de superúmido a úmido.

A principal restrição à heveicultura nas regiões tradicionais é a ocorrência de doenças, em especial o mal-das-folhas, ocasionado pelo fungo *Microcyclus ulei* (P. Henn) Von Arx, que exige para o seu desenvolvimento condições de elevada temperatura e umidade do ar, restringindo a utilização de clones de alta produtividade (ABREU SÁ, 2000). Com isso, o sistema de produção de borracha no Brasil passou a se concentrar em áreas denominadas áreas de escape, as quais oferecem condições favoráveis ao crescimento e à produção da seringueira e desfavoráveis ao fungo, por possuírem clima seco e definido no período de troca das folhas da seringueira (FERREIRA, 1989).

A cadeia produtiva da borracha natural no Brasil é representada por três segmentos distintos: a atividade rural com a produção extrativista e de cultivo, as indústrias de beneficiamento e a indústria consumidora final. O extrativismo é praticado na Região Norte, local de origem da planta, enquanto a

heveicultura é representada principalmente pelos Estados de São Paulo, Mato Grosso e Bahia (MORCELI, 2004).

A extração do látex é uma importante atividade socioeconômica para muitos países. A borracha natural é uma matéria-prima essencial para a manufatura de um amplo espectro de produtos de uso humano e industrial. Cerca de 70% da produção mundial são empregados na indústria de pneumáticos (PEREIRA et al., 2000). De acordo com dados da CONAB, citados por MORCELI (2004), a produção mundial de borracha em 2003 foi estimada em 7,2 milhões de toneladas, sendo os principais produtores os países asiáticos (Tailândia, Indonésia, Malásia, Índia, China, Vietnã e outros de menor expressão), responsáveis por mais de 90% da produção. O Brasil, berço dessa cultura, atualmente é o nono produtor mundial, tendo em 2003 contribuído apenas com 1,4% da produção.

Em relação ao consumo, o mesmo autor afirma que a demanda mundial em 2003 foi estimada em 7,5 milhões de toneladas, e os principais países consumidores foram a China, os Estados Unidos, o Japão e a Índia (MORCELI, 2004).

Segundo BURGER e SMITH (1997), as projeções para as próximas décadas são de que ocorra uma elevação nos preços da borracha, devido ao aumento do consumo (11 milhões de toneladas em 2020) e ao menor incremento na oferta, o que se constituiria numa boa oportunidade para os países com possibilidades de expansão da heveicultura, a exemplo do Brasil. A CONSERVATION INTERNATIONAL (2003) ressalta ainda, que existe a possibilidade de déficit na oferta de 2 milhões de toneladas de borracha natural no mercado internacional no ano de 2020.

A exploração econômica da seringueira oferece vantagens comparativas, em razão da longevidade na produção, da uniformidade genética e por envolver uma cadeia de produção altamente dependente de mão-de-obra. Além disso, a cultura propicia elevados ganhos ambientais, com um aproveitamento do solo extremamente desejável, do ponto de vista ecológico. Sua copa propicia proteção ao solo, reduzindo o impacto do sol, das chuvas e dos ventos (CARMO et al., 2003; FERNANDES, 2003).

Para MORCELI (2004), investimentos em novas plantações de *Hevea* podem-se traduzir em uma boa opção de negócio, especialmente para os

agricultores que estão localizados próximos às regiões consumidoras ou que têm boa logística de escoamento. Seria igualmente importante que a cadeia produtiva desenvolvesse condições para beneficiar-se com agregação de valor à produção, como, por exemplo, o uso do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e o uso racional da madeira nas plantações que estão sendo renovadas.

## 7. O cacaeiro

O cacaeiro, *Theobroma cacao* L., é uma planta nativa da floresta tropical úmida americana, pertencente à família Sterculiaceae, que possui altura de 4-6 m e diâmetro do tronco entre 20 e 30 cm. Seu valor econômico está nas amêndoas (sementes), transformadas industrialmente em chocolates, geléias, sucos, licores e outros produtos consumidos mundialmente (LORENZI, 1998).

No Brasil, o cultivo do cacau teve início em 1679, através da Carta Régia, que autorizava os colonos a plantá-lo em suas terras. Em 1946, o cacaeiro foi introduzido no Estado da Bahia, local onde encontrou adequadas condições para seu desenvolvimento (ALVIM e ROSÁRIO, 1972).

Atualmente a produção mundial de cacau (em amêndoas) está distribuída por oito países: Costa do Marfim, Indonésia, Gana, Nigéria, Brasil, Camarões, Equador e Malásia, os quais são responsáveis por 88% da produção total. No Brasil, a produção de cacau é concentrada principalmente nos Estados da Bahia, Pará, Roraima, Espírito Santo, Amapá e Mato Grosso, sendo a do estado da Bahia correspondente a 62% da produção brasileira (AGRIANUAL, 2004).

Até o início da década de 1990, o Brasil chegou a ocupar o segundo lugar no ranking da produção mundial de cacau; entretanto, a ocorrência de doenças (entre elas a vassoura-de-bruxa e a podridão-parda, causadas pelos fungos *Crinipellis pernicioso* e *Phytophthora* sp., respectivamente), os longos períodos de estiagem e as baixas produtividades dos cacauais causaram grande desestímulo por parte dos produtores, refletindo diretamente na queda da produção do país (MÜLLER et al., 2002).

UNCTAD (2004) ressalta que os maiores produtores de cacau são os países em desenvolvimento, enquanto os maiores consumidores são os

Estados Unidos e a Europa. A demanda de cacau dos Estados Unidos é suprida principalmente pelas importações dos países da América Latina, enquanto a da Europa é atendida pela África.

Atualmente, o Brasil ocupa o quinto lugar entre os produtores de cacau e seu consumo representa 4% do consumo total mundial (UNCTAD, 2004). No ano de 2003, a produção mundial foi de aproximadamente 3 milhões de toneladas, sendo a produção brasileira correspondente a 6% (AGRIANUAL, 2004).

Além de constituir a principal atividade econômica em várias partes do mundo, o cultivo do cacau apresenta muitos atributos de sustentabilidade para o meio ambiente, podendo ser considerada a mais eficiente comunidade vegetal para proteção dos solos tropicais contra os agentes da degradação (ALVIM, 1989).

## **8. O consórcio seringueira-cacau**

A consorciação de culturas é um sistema de uso da terra na qual diferentes espécies (florestais ou agrícolas) são cultivadas de forma integrada, visando múltiplos propósitos e se constituindo numa opção econômica, social e ambientalmente viável (NAIR, 1989; MACEDO, 2000).

Em virtude de a seringueira apresentar longo período de maturidade e ser plantada em amplos espaçamentos, permite-se a consorciação com outras culturas, de forma que proporcione a conservação do solo e o uso racional da área, propiciando também maiores produtividades, menores custos e receitas adicionais ao produtor (FANCELLI, 1986).

Para ALVIM (1989), o cacau é bastante indicado para ser consorciado com a seringueira, visto ser uma cultura de médio porte e que normalmente requer associação a outras espécies, cuja finalidade seja a de sombreá-lo.

A seringueira e o cacau possuem características complementares nos requerimentos ecológicos, o que permite serem explorados conjuntamente, com inúmeros benefícios mútuos. O plantio consorciado dessas duas culturas é um dos mais conhecidos e bem sucedidos exemplos de consórcio sustentável, constituindo-se numa boa alternativa para diversas regiões do Brasil e do mundo (MARQUES et al., 2002).



Segundo FANCELLI (1986), ALVIM et al. (1989), ALVIM (1989) e PEREIRA et al. (1997), as principais vantagens do consórcio seringueira-cacau são:

- Uso mais eficiente e racional dos recursos naturais, como, por exemplo, uma melhor utilização da radiação solar (o cacau necessita de um certo grau de sombreamento, o que pode ser provido pela seringueira) e um melhor aproveitamento de água e nutrientes do solo (a diferença entre o sistema radicular da seringueira e o do cacau permite a exploração de diferentes áreas e profundidades, o que implica melhor aproveitamento dos corretivos e fertilizantes aplicados).
- Maior equilíbrio biológico, com possibilidade de redução dos problemas fitossanitários em relação às monoculturas.
- Minimização dos riscos para o produtor, uma vez que a diversificação da produção possibilita que os diversos produtos sejam diferentemente afetados por condições desfavoráveis de produção ou de mercado.
- Melhor aproveitamento espacial da área de cultivo, maior produção total por área e, conseqüentemente, maior lucro.
- A consorciação promove um uso contínuo e mais racional da mão-de-obra rural, com melhor distribuição de receitas ao longo do ano.

No Estado da Bahia, a plantação do cacau sob seringais adultos teve início a partir da década de 1970, no período em que os preços do cacau eram bastante estimuladores. Além disso, a tradição do cultivo do cacau naquela região, a facilidade do estabelecimento do cacau nas sombras pré-existentes e a possível retomada dos seringais foram fatores que motivaram a consorciação em inúmeras propriedades (ALVIM et al., 1989).

Os sistemas mais usados na consorciação seringueira-cacau consistem em fileiras simples ou duplas de cacau, sob o espaçamento de 3x3 m em cada entrelinha da seringueira, inicialmente estabelecidas no espaçamento 7x3 m (ALVIM, 1989).

De acordo com VIRGENS FILHO et al. (1988), a produtividade do seringal consorciado com cacau é comparável a dos plantios em monocultivos, sendo as vezes superior, devido a uma menor incidência de pragas, doenças e menor competição com plantas daninhas. No entanto, PEREIRA et al. (1997) afirmam que a cultura do cacau foi consorciada com sucesso na Bahia

porque aqueles seringais já estavam decadentes e parcialmente desfolhados, em razão da sua suscetibilidade ao mal-das-folhas, causado pelo *Microcyclus ulei*, permitindo uma luminosidade satisfatória aos cacauzeiros. ALVIM (1989) atribui as experiências de consorciação da seringueira-cacau mal-sucedidas à inobservância de fatores fundamentais, como a qualidade e intensidade de sombra e o espaçamento utilizado no plantio da seringueira.

A consorciação permanente de seringais saudáveis, bem enfolhados e bem desenvolvidos com cacauzeiros, requer a conveniente ampliação dos seus espaçamentos tradicionais nas entrelinhas da seringueira, visando assegurar uma luminosidade satisfatória e um microclima favorável ao desenvolvimento, produção e longevidade do cacauzeiro (PEREIRA et al., 1997).

Segundo VIRGENS FILHO et al. (1988), existem estratégias que permitem viabilizar tecnicamente a produção. Os recursos mais promissores são aqueles que envolvem as diferentes disposições de plantio e variações nos graus de sombreamento ou luminosidade, que, inclusive, permitam o estabelecimento simultâneo do cacau e da seringueira.

Do ponto de vista dos acordos internacionais sobre Mudanças Climáticas, FERNANDES (2003) afirma que a heveicultura é uma atividade capaz de trazer benefícios ao sistema climático global, tendo em vista que, por se tratar de uma espécie florestal, armazena o carbono atmosférico em sua biomassa. O mesmo autor afirma ainda que o cacau é uma alternativa bastante atraente do ponto de vista econômico e ambiental, tendo em vista que a cacauicultura também pode contribuir para a mitigação do efeito estufa, armazenando carbono em sua biomassa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU SÁ, T. D. Aspectos climáticos da heveicultura no Brasil. In: VIÉGAS, I. J. M.; CARVALHO, J. G. (Eds.). **Seringueira - nutrição e adubação no Brasil**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. Cap. 2, p. 17-34.

AGRIANUAL 2004 - **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2004. 456 p.

ALBRECHT, A.; KANDJI, S. T. Carbon sequestration in tropical agroforestry systems. **Agricultural, Ecosystems and Environment**, v. 99, p. 15-27, 2003.

ALVIM, R. O cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.) em sistemas agrossilviculturais. **Agrotropica**, Brasil, v.1, n.2, p. 89-103, maio/ago. 1989.

ALVIM, P. T., ROSÁRIO, M. **Cacau ontem e hoje**. Itabuna: CEPLAC, 1972. 83p.

ALVIM, R.; VIRGENS FILHO, A.C.; ARAÚJO, A. C. **Agrossilvicultura como ciência de ganhar dinheiro com a terra: recuperação e remuneração antecipadas de capital no estabelecimento de culturas perenes arbóreas**. Ilhéus: CEPLAC/CEPEC, 1989. 36 p. (Boletim técnico, 161).

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - BNDES; MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA - MCT. **Efeito estufa e a Convenção sobre Mudança do Clima**. Rio de Janeiro: BNDES, Departamento de Relações Institucionais, 1999. 38 p.

BURGER K.; SMITH, H.P.; The natural rubber market. Review, analyses, policies and outlook. **Woodhead Publishing Limited**. Cambridge, England, 1997, 368 p.

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

CARMO, C. A. F.S.; TOSTO, S. G.; ALVARENGA, A. P; MOTTA, P. E. F.; KINDEL, A.; MENEGUELI, N.A.; LIMA, J.A.S. **Estimativa do estoque de carbono na biomassa de clones de seringueira em solos da Zona da Mata/MG**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, EXPOBOR, 2004.14p.

CARMO, C. A. F.S.; MENEGUELI, N.A.; LIMA, J. A. S.; MOTTA, P. E. F. ALVARENGA, A. P. **Estimativa do estoque de carbono na biomassa do clone de seringueira RRIM 600 em solos da Zona da Mata mineira**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2003. 19 p. (Boletim de Pesquisa e desenvolvimento, 28 - 2º).

CARVALHO, G.; SANTILLI, M.; MOUTINHO, P.; BATISTA, Y. **Perguntas e respostas sobre mudanças climáticas**. Belém: IPAM, 2002. 32 p.

CEBDS – CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo**. Rio de Janeiro, 2001. 35 p.

CEBDS – CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Roteiro básico para a elaboração de um projeto do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL**. Rio de Janeiro, 2002. 52 p.

CIESLA, W.M., **Climate change and forest management: an overview**. Rome: FAO, 1995. 128 p. (Forestry Paper 126).

CONSERVATION INTERNATIONAL, Biodiversity Reporting Award. **Ciclo fluminense da borracha**. [Rio de Janeiro]: 2003. Disponível em: <[http://conservation.org/xp/CIWEB/programs/awards/2003/Brasil/judges/entries/bra\\_35.xml](http://conservation.org/xp/CIWEB/programs/awards/2003/Brasil/judges/entries/bra_35.xml)>. Acesso em: 04 ago. 2003.

CONVENÇÃO DO CLIMA. Convenção sobre a Mudança do Clima. Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Publicado pela Unidade de Informações sobre Mudança do Clima (PNUMA). Editado e traduzido pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, com o apoio do Ministério das Relações Exteriores da República Federativa do Brasil, 1995.

COSTA, P. M. Créditos de absorção de CO<sub>2</sub>: uma breve história da evolução dos mercados. **Silvicultura**, n. 76, p. 24-33, 1998.

COSTA, P. M.; SILVA, N.; AUKLAND, L. **Plantações e a mitigação de efeito estufa: análise resumida**. [Rio de Janeiro]: 2000. Disponível em: <<http://www.ecosecurities.com/300publications.htm>>. Acesso em: 30 nov. 2003.

COUTINHO, L. Cada vez mais quente: O homem calcula a temperatura média do planeta desde 1961. E nunca se registraram ondas de calor intensas como as dos últimos anos. **Veja**, São Paulo, n. 1837, p. 94-99, 21 jan. 2004.

FANCELLI, A. L. Culturas intercalares e coberturas vegetais em seringais. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SERINGUEIRA NO ESTADO DE SÃO PAULO, 1., 1986, Piracicaba. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1986. p. 229-243.

FERNANDES, T. J. G. **Análise econômica do seqüestro de CO<sub>2</sub> pela heveicultura**. 2003, 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003.

FERREIRA, F. A. **Patologia florestal: principais doenças florestais no Brasil** Viçosa: SIF, 1989. 570 p.

FÓRUM BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS, 2004. Muda o Clima de Kyoto. Disponível em: <http://www.forumclimabr.org.br>. Acesso em: 04 dez. 2004.

FRANGETTO, F.W.; GAZANI, F.R. **Viabilização jurídica do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil - O Protocolo de Kyoto e a cooperação internacional**. São Paulo: Peirópolis; Brasília, DF: IIEB - Instituto Internacional de Educação no Brasil, 2002. 477 p.

HAITES, E. **Estimating the market potential for the clean development mechanism: review of models and lessons learned**. Washington DC, 2004. 102 p. Disponível em :  
<<http://carbonfinance.org/docs/EstimatingMarketPotential.pdf>> Acesso em: 10 de novembro de 2004.

HAMEL, O.; ESCHBACH, J. M. Impact potential du mécanisme de développement propre dans l'avenir des cultures pérennes: état des négociations internationales et analyse prospective a travers l'exemple de la filière de production du caoutchouc naturel. **OCL**, Montpellier, v. 8, n.6, p. 599-610, 2001.

HOUGHTON, R. A. As florestas e o ciclo de carbono global: Armazenamento e emissões atuais. In: SEMINÁRIO EMISSÃO X "SEQÜESTRO" DE CO<sub>2</sub>: UMA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL, 1994, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: CVRD, 1994. p. 40-75.

IISD - INTERNATIONAL INSTITUTE FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. A Reporting Service for Environment and Development Negotiations. **Earth Negotiations Bulletin**, v.12, n. 231, 15 Dec. 2003.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Tercer informe de evaluación cambio climático 2001 - impactos, adaptación y vulnerabilidad resumen para responsables de políticas y resumen técnico**. 2001a. 93p. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/pub/un/ipccwg2s.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2004.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate change 2001: the scientific basis**. 2001b. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/pub/un/ipccwg1s.pdf>>. Acesso em: 13 de jan. 2004.

LECOCQ, F. **State and trends of carbon market 2004**. Washington DC, 2004. 42p. Disponível em:  
<<http://carbonfinance.org/docs/CarbonMarketStudy2004.pdf>> Acesso em: 10 nov. 2004.

LOPES, I. V. (Coord.) **O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL: guia de orientação**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2002. 90p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras** – manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. Nova Odessa: Ed. Plantarum, 1998. 352 p.

MACEDO, R. L. G. **Princípios básicos para o manejo sustentável de sistemas agroflorestais**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000.157p.

MARQUES, J. R. B.; MONTEIRO, W. R.; LOPES, U. V. Seringueira: uma opção econômica e ecológica para sombreamento de cacauzeiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 4., 2002, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: CEPLAC/CEPEC, 2002. CD-ROM 6-006.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Critérios de elegibilidade e indicadores de sustentabilidade para avaliação de projetos que contribuam para a mitigação das mudanças climáticas e para a promoção do desenvolvimento sustentável.** Brasília, 2002. 17p.

MOLION, L. C. B. Um século e meio de aquecimento global. **Ciência Hoje**, São Paulo, v.18, n. 107, p. 1-30, 1995.

MORCELI, P. Borracha natural – Perspectiva para a safra de 2004/2005. **Revista de Política Agrícola**, n. 2, p. 56-67, abr./jun.2004. Disponível em: <[http://www.agronegocios\\_e.com.br/agronegocios/art/borrachanatural.pdf](http://www.agronegocios_e.com.br/agronegocios/art/borrachanatural.pdf)>. Acesso em: 09 out. 2004.

MÜLLER, M. W.; VIEIRA D. R.; MARQUES, J. R. B. Comportamento de clones de seringueira (*Hevea brasiliensis* M. Arg.) em sistema agroflorestal zonal com cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.) adensado em vertisols no Recôncavo da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 4.,2002, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: CEPLAC/CEPEC, 2002. CD-ROM 1 - 039.

NAIR, P. K. R. **Agroforestry systems in the tropics.** Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 1989, 644 p.

PAIXÃO, F. A. **Quantificação do estoque de carbono e avaliação econômica de alternativas de uso de um povoamento de eucalipto.** 2004, 50 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004.

PEIXOTO, G. L.; MARTINS, S. V.; SILVA, E. A problemática ambiental do efeito estufa. **Ação Ambiental**, Viçosa, n. 21, p. 11-13, dez./jan. 2001.

PEREIRA, J. P.; DORETTO, M.; LEAL, A. C.; CASTRO, A. M. G.; BUCKER, N. A. **Cadeia produtiva da borracha natural: análise diagnóstica e demandas atuais no Paraná.** Londrina: IAPAR, 2000. 85 p. (Documentos, 23).

PEREIRA, A. V.; PEREIRA, E. B. C.; FIALHO, J. F.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Seringueira em sistemas florestais.** Planaltina: EMBRAPA/CPAC, 1997. 45p. (Documentos, 63).

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.

REIS, M. G. F.; REIS, G. G.; VALENTE, O. F.; FERNANDES, H. A. C. “Seqüestro” e armazenamento de carbono em florestas nativas e plantadas nos

Estados de Minas Gerais e Espírito Santo. In: SEMINÁRIO EMISSÃO X “SEQÜESTRO” DE CO<sub>2</sub>: uma oportunidade de negócios para o Brasil, 1994, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: CVRD, 1994. p. 155-195.

ROCHA, M. T. **Aquecimento global e o mercado de carbono: uma aplicação do modelo CERT.** 2003, 213p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – ESALQ, Piracicaba/SP, 2003.

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

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

SHUMACHER, M.V. Ciclagem de Nutrientes como base da produção sustentada em ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS NATURAIS DO MERCOSUL : O AMBIENTE DA FLORESTA, 1., 1996, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM/CEPEF, 1996. p. 65-77.

SCHUMACHER, M. V.; WITSCHORECK, R.; CALDEIRA, M. V. W.; WATZLAWICK, L. F. Estoque de carbono em florestas de *Pinus taeda* L. e *Acacia mearnsii* de Wild. plantadas no estado do Rio Grande do Sul. In: SANQUETTA, C. R. et al. (Eds.). **As florestas e o carbono.** Curitiba: Imprensa Universitária da UFPR, 2002. p.141-152.

UNCTAD -UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE DEVELOPMENT, 2004. Disponível em: <http://www.ro.uncta.org/infocomm/anglais/cocoa/market.htm>. Acesso em: 15 out. 2004.

UNFCCC- UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. **The Marrakesh Accords & The Marrakesh Declaration,** 2001. Disponível em: <[http://www.unfccc.int/cop7/documents/accords\\_draft.pdf](http://www.unfccc.int/cop7/documents/accords_draft.pdf)> Acesso em: 17 jan. 2003.

VIRGENS FILHO, A. C.; ALVIM R.; ARAÚJO, A. C. Plantio de cacauzeiros sob seringueiras adultos na região sul da Bahia. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE PESQUISAS EM CACAU, 10.,1988, Santo Domingo. **Anais...** Santo Domingo, República Dominicana, 1987. p. 33 - 41.

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

YAMIM, D.; DEPLEDGE J. **The international climate change regime: a guide to rules, institutions and procedures.** Brighton UK: Institute of Development Studies at the University of Sussex, 2003. n.p.

## **CAPÍTULO 2**

### **QUANTIFICAÇÃO DE BIOMASSA E GERAÇÃO DE CERTIFICADOS DE EMISSIONES REDUZIDAS NO CONSÓRCIO SERINGUEIRA-CACAU**



## RESUMO

COTTA, Michele Karina, M.S., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2005. **Quantificação de biomassa e geração de Certificados de Emissões Reduzidas no consórcio seringueira-cacau.** Orientador: Laércio Antônio Gonçalves Jacovine. Conselheiros: Haroldo Nogueira de Paiva e Sebastião Renato Valverde.

Diante da possibilidade de atividades de florestamento e reflorestamento serem aceitas como projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL, objetivou-se com este trabalho quantificar a biomassa vegetal e analisar o potencial de geração de Certificados de Emissões Reduzidas - CERs em um consórcio de seringueira (*Hevea brasiliensis* M. Arg.), aos 34 anos de idade, com cacauero (*Theobroma cacao* L.), aos 6 anos de idade. O experimento foi realizado nas Fazendas Reunidas Vale do Juliana, Igrapiúna, Bahia. A quantificação da biomassa arbórea foi feita através do método direto e destrutivo de 5 seringueiras e 10 cacaueros, selecionados em uma área de 2,2 ha. A biomassa da serapilheira foi quantificada através da coleta do material sobre o solo. Os cálculos para obter a biomassa seca foram efetuados através do método da proporcionalidade; em seguida, esta foi convertida para carbono, adotando-se o fator 0,5. O estoque de carbono no consórcio seringueira-cacau foi de 91,54 tC/ha. Deste total, 84,65 tC/ha estavam estocados na seringueira (68,41 tC/ha na parte aérea e 16,24 tC/ha nas raízes), 5,22 tC/ha no cacauero (3,78 tC/ha na parte aérea e 1,44 tC/ha nas raízes) e 1,67 tC/ha na serapilheira. Em função dos resultados apresentados, conclui-se que tanto a seringueira quanto o cacauero são culturas capazes de estocar carbono em sua biomassa por um longo período de tempo. Esse estoque, particularmente o da seringueira, credencia o consórcio seringueira-cacau como uma atividade promissora na geração de projetos candidatos ao recebimento de CERs.

Palavras-chave: *Hevea brasiliensis*, *Theobroma cacao*, consórcio, biomassa, créditos de carbono.

## 1. INTRODUÇÃO

O aumento da concentração dos Gases de Efeito Estufa – GEE tornou-se uma preocupação mundial, por ocasionar o efeito estufa e, conseqüentemente, o acréscimo da temperatura global. A principal fonte desses gases tem sido atribuída principalmente à queima dos combustíveis fósseis e ao desmatamento, decorrentes das atividades antrópicas.

Na intenção de conter o agravamento do aquecimento global, a Organização das Nações Unidas – ONU, propôs em 1992 a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas – CQNUMC, a qual resultou em um compromisso voluntário dos países industrializados (chamados de países do Anexo I) em reduzir suas emissões de GEE. Entretanto, definições de metas e critérios de redução dos GEE só foram estabelecidos em 1997, com a aprovação do Protocolo de Kyoto.

O Protocolo de Kyoto determina que os países do Anexo I devem reduzir as emissões em 5,2% abaixo dos níveis observados em 1990, entre 2008 e 2012, e prevê a utilização de mecanismos de flexibilização, de forma a facilitar o atendimento aos compromissos assumidos por esses países. Dentre estes mecanismos destaca-se o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL, o qual permite aos países desenvolvidos compensarem suas emissões por meio de financiamentos de projetos ambientais sediados em países em desenvolvimento. Das atividades elegíveis no MDL, as de florestamento e reflorestamento surgem como alternativas de projetos para geração de Certificados de Emissões Reduzidas – CERs. A emissão dos CERs através desse tipo de atividade baseia-se na premissa de que as plantações florestais absorvem CO<sub>2</sub> da atmosfera por meio do processo de fotossíntese, armazenando o carbono em sua biomassa.

De acordo com REIS et al. (1994), os compostos de carbono constituem a maior parte da biomassa da floresta e, para melhor entender a fixação e o armazenamento do carbono da atmosfera, é preciso analisar, qualitativa e quantitativamente, os vários compartimentos do ecossistema florestal. Usualmente, os dados utilizados para avaliação do estoque de carbono referem-se à biomassa das árvores, em seus diversos compartimentos, por constituírem-se em grandes reservas de carbono por unidade de área.

Dentre as plantações florestais, o consórcio seringueira-cacau apresenta-se como uma opção de projeto para geração de CERs e candidato à elegibilidade perante o MDL. MARQUES et al. (2002) afirmam que o monocultivo da seringueira e do cacau existe há muito tempo. A seringueira normalmente tem sido plantada nos espaçamentos de 7x3 m ou 8x2,5 m, permitindo assim a consorciação com outras culturas.

Para ALBRECHT e KANDJI (2003), o "seqüestro" de carbono por culturas perenes apresenta vantagens comparativas, pois, além estocar o carbono por um grande período de tempo, a exploração econômica dessas culturas não necessariamente termina com o corte da madeira, o que provavelmente ocasionaria emissões de CO<sub>2</sub> para a atmosfera. Fung (2000) citado por PANDEY (2001), ressalta que o tempo da retenção do carbono na árvore é uma consideração importante para projetos candidatos à geração de CERs. O mesmo autor afirma ainda que, além de remover o dióxido de carbono da atmosfera e armazenar o carbono, os sistemas consorciados contribuem significativamente para o desenvolvimento sustentável.

Do ponto de vista das negociações sobre mudanças climáticas, o plantio do consórcio seringueira-cacau é uma opção de projeto com potencial para atender aos quesitos exigidos pelo MDL. Além de o consórcio armazenar carbono na biomassa arbórea, o principal produto da seringueira, a borracha natural, também é fonte de carbono. Quando comparado seu método de produção ao da borracha sintética, observam-se enormes ganhos ambientais relacionados à redução de emissão de GEE.

Em razão da crescente importância atribuída às florestas na captação dos GEE, tem aumentado o interesse por estudos de biomassa e conteúdo de carbono em diferentes espécies florestais. Entretanto, percebe-se ainda uma grande carência de informações que comprovem o real potencial de fixação de carbono nas culturas da seringueira e do cacau.

Desse modo, os objetivos deste trabalho foram quantificar a biomassa arbórea e da serapilheira do consórcio da seringueira aos 34 anos e do cacau aos 6 anos de idade e analisar o seu potencial de geração de CERs, considerando a possibilidade de que projetos dessa natureza possam contribuir para a redução dos GEE da atmosfera e vir a pleitear créditos de carbono como projetos de MDL.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Caracterização da área de estudo**

Esta pesquisa foi realizada nas Fazendas Reunidas Vale do Juliana - FRVJ, localizada na Rodovia do Juliana, Igrapiúna, Bahia. As FRVJ situam-se nas coordenadas 13°50'46" de latitude sul e 39°50'0,85" de longitude oeste, sendo a altitude média de 240,65 m.

Segundo a classificação de Köppen, o clima na região encontra-se na faixa Af, sendo caracterizado como quente e úmido, sem estação seca definida. A temperatura média anual varia entre 23 e 25 °C e a umidade relativa do ar é superior a 80%. A precipitação média anual dos últimos três anos foi de 2.445 mm.

Os solos das FRVJ são classificados como latossolos, descritos como unidade Valença, com seqüência normal de horizontes, de textura argilosa e cor bruno-amarelada escura. Possuem boas condições físicas, boa porosidade, permeabilidade, drenagem interna e profundidade superior a 1,0 m. O relevo varia de ondulado a fortemente ondulado, constituído por outeiros e morros de topos arredondados com declividade em torno de 30%.

A coleta dos dados para determinação da biomassa vegetal foi realizada em uma área de 2,2 ha, onde havia o consórcio de seringueiras e cacaeiros. As seringueiras do clone FX 2261 tinham idade de 34 anos e foram plantadas no espaçamento de 7x3 m. Os cacaeiros, com idade de 6 anos, foram enxertados com clones selecionados a partir de híbridos do cruzamento do cacau Trinitário com o cacau Forasteiro, plantados no espaçamento de 3x3 m.

### **2.2. Determinação do diâmetro médio e quantificação da biomassa arbórea**

Uma vez definida a área para a realização do estudo, procurou-se conhecer a distribuição diamétrica das árvores do consórcio. Para isso, procedeu-se à medição do diâmetro com casca à altura do peito - DAP (1,30 m) das árvores de seringueira e do diâmetro à altura da inserção do primeiro galho dos cacaeiros. Após as medições, foi calculado o diâmetro médio ( $q$ ) da

população de seringueira e de cacau através da seguinte expressão, proposta por CAMPOS e LEITE (2002):

$$q = \sqrt{\frac{\sum d^2}{n}}$$

em que: q= diâmetro médio ou quadrático, em cm;

d= diâmetro de cada árvore, em cm; e

n = número de árvores ou frequência.

Baseando-se nos diâmetros médios, foram selecionadas cinco seringueira e dez cacaueiros como árvores-amostra para quantificação da biomassa dos componentes da parte aérea (tronco, folhas e galhos) e do sistema radicular (raiz pivotante e raízes laterais).

A determinação da biomassa foi feita utilizando-se o método direto e destrutivo de árvores (TEIXEIRA et al., 1994; TEIXEIRA e OLIVEIRA, 1999; SANQUETA, 2002; WATZLAWICK et al., 2002; e CARMO et al. 2004).

Uma vez derrubada cada árvore amostra de seringueira e de cacau, elas foram desfolhadas e suas folhas ensacadas e pesadas. Em seguida, foi retirada e pesada uma amostra representativa do material, para determinação do peso de matéria seca.

Depois de desfolhada, cada árvore de seringueira e de cacau foi desgalhada, sendo seus galhos separados e pesados. Os galhos da seringueira foram separados obedecendo à seguinte classificação diamétrica: galhos grossos (> 10 cm), galhos médios (entre 5 e 10 cm) e galhos finos (< 5 cm). Para os galhos de cacau procedeu-se da mesma forma, sendo a classificação diamétrica a seguinte: galhos grossos (> 2,3 cm), galhos médios (entre 1,3 e 2,3 cm) e galhos finos (< 1,3 cm). Após a pesagem dos galhos da seringueira e do cacau, foram retiradas e pesadas amostras úmidas representativas de cada classe diamétrica, para determinação do peso de matéria seca.

Para quantificação da biomassa do tronco da seringueira, este foi seccionado e pesado. Dele foi retirada e pesada uma amostra formada por três discos de aproximadamente 2,5 cm de espessura, correspondentes à altura de

0,5 m do solo, ao DAP e à altura da inserção do primeiro galho. O tronco do cacau foi pesado inteiro e dele retirada uma amostra em forma de disco de aproximadamente 2,5 cm de espessura, correspondente ao meio.

A quantificação da biomassa das raízes laterais da seringueira e do cacau foi realizada pelo método de abertura de trincheiras nas cinco árvores de seringueira, de modo que fossem coletadas raízes de seringueira e de cacau ao mesmo tempo. Para isso, foi escavada uma trincheira de 1,5 m de comprimento entre árvores e outra de 3,5 m de comprimento entre as linhas de plantio da seringueira, ambas com 0,6 m de largura e 0,6 m de profundidade, totalizando uma área de 3 m<sup>2</sup> para cada árvore ( $1,5\text{m} * 0,6\text{m} + 3,5\text{m} * 0,6\text{m} = 3\text{ m}^2$ ). Inicialmente, foram retiradas e separadas todas as raízes de seringueira e de cacau dos primeiros 30 cm e, depois, as dos próximos 30 cm. As raízes foram separadas e pesadas segundo a classificação diamétrica: para seringueira, raízes grossas (> 5 cm), raízes médias (entre 1,5 e 5 cm) e raízes finas (< 1,5 cm); para o cacau, raízes grossas (> 1,5 cm), raízes médias (entre 0,65 e 1,5 cm) e raízes finas (< 0,65 cm). Após a separação e a pesagem, foram retiradas amostras úmidas representativas de cada classe diamétrica das raízes, para secagem.

No caso da raiz pivotante da seringueira, foi escavada uma trincheira com profundidade de aproximadamente 2,0 m e retirada a raiz pivotante até aquela profundidade, a qual foi, em seguida, seccionada e pesada. Após a pesagem, foi coletada e pesada uma amostra formada por discos de aproximadamente 2,5 cm de espessura, correspondentes ao meio e às extremidades da raiz. A raiz do cacau foi escavada, retirada inteira do solo e pesada, sendo dela coletada uma amostra formada por discos de aproximadamente 2,5 cm de espessura do meio e das extremidades, para determinação do peso de matéria seca. Algumas das etapas da quantificação da biomassa vegetal podem ser visualizadas nas fotos do Anexo 1.

Depois de coletadas e pesadas as amostras úmidas de todos os compartimentos das árvores de seringueira e de cacau, estas foram levadas para o laboratório e colocadas em estufa de circulação forçada de ar a uma temperatura de aproximadamente 75°C, até a estabilização do peso de matéria seca.

A determinação da biomassa seca no campo foi obtida através do método da proporcionalidade, utilizado também em trabalhos realizados por TEIXEIRA et al. (1994), SOARES et al. (1996), TEIXEIRA e OLIVEIRA (1999) e CARMO et al. (2004). Para isso, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$PS (C) = \frac{Pu (c) * Ps (a)}{Pu (a)}$$

em que: PS (C) = peso de matéria seca total no campo, em kg;

Ps (a) = peso de matéria seca das amostras, em kg;

Pu (a) = peso de matéria úmida das amostras, em kg; e

Pu (c) = peso de matéria úmida total no campo, em kg.

Os cálculos para obter a biomassa seca de cada compartimento da árvore de seringueira e de cacau foram efetuados utilizando-se a média dos valores do peso de matéria úmida de cada compartimento das cinco árvores de seringueira e dos dez cacauzeiros, bem como a média do peso de matéria úmida e matéria seca das amostras dos mesmos. Por meio da soma das médias da biomassa seca dos compartimentos, obteve-se a biomassa total de uma árvore de seringueira e de um cacauzeiro.

A quantificação da biomassa total do consórcio foi obtida pela multiplicação da biomassa seca da seringueira e do cacauzeiro pelo número de árvores por hectare. Para isso, considerou-se uma densidade de 476 e 1.111 árvores de seringueira e de cacau, respectivamente, por hectare.

### **2.3. Quantificação da biomassa da serapilheira**

A biomassa da serapilheira foi quantificada através de uma coleta única do material na superfície do solo, em pontos definidos debaixo de cada uma das cinco árvores de seringueira selecionada. Na coleta da serapilheira, utilizou-se um gabarito de área interna de 0,25 m<sup>2</sup>, disposto nos seguintes pontos: 0,75 m e 1,5 m distanciados da seringueira entre plantas e 0,5 m, 2,0 m e 3,5 m distanciados da seringueira entre as linhas de plantio, totalizando 10 pontos por árvore, correspondendo a uma área de 2,5 m<sup>2</sup>.

Após a coleta das amostras da serapilheira, o material foi misturado e pesado. Em seguida, foram retiradas e pesadas subamostras do material, sendo estas colocadas em estufa de circulação forçada de ar a uma temperatura de aproximadamente 75°C, até a estabilização do seu peso de matéria seca.

A determinação da biomassa seca total foi obtida pelo método da proporcionalidade, conforme realizado para determinação da biomassa arbórea. Os cálculos foram efetuados utilizando a média dos valores encontrados do peso de matéria úmida das cinco amostras de serapilheira e do peso de matéria úmida e matéria seca das subamostras. Posteriormente, os valores encontrados foram extrapolados para toneladas por hectare.

#### **2.4. Estimativa do estoque de carbono e conversão do carbono em CO<sub>2</sub> equivalente**

O estoque de carbono da seringueira, do cacau e da serapilheira foi estimado através da multiplicação da biomassa seca pelo fator 0,5, o qual tem sido utilizado por vários autores, entre eles DEWAR e CANNEL (1992), FEARNSIDE (1994) e SOARES e OLIVEIRA (2002). Em seguida, o estoque de carbono foi extrapolado para toneladas por hectare.

Pelo fato de as negociações no mercado de créditos de carbono serem efetuadas em função do CO<sub>2</sub> equivalente, tornou-se necessária a conversão do carbono em CO<sub>2</sub>. De acordo com FACE (1994), uma tonelada de carbono corresponde a 3,67 toneladas de CO<sub>2</sub>. Assim, os CERs emitidos corresponderão à quantidade de CO<sub>2</sub> estocada no consórcio.

#### **2.5. Contabilização dos CERs**

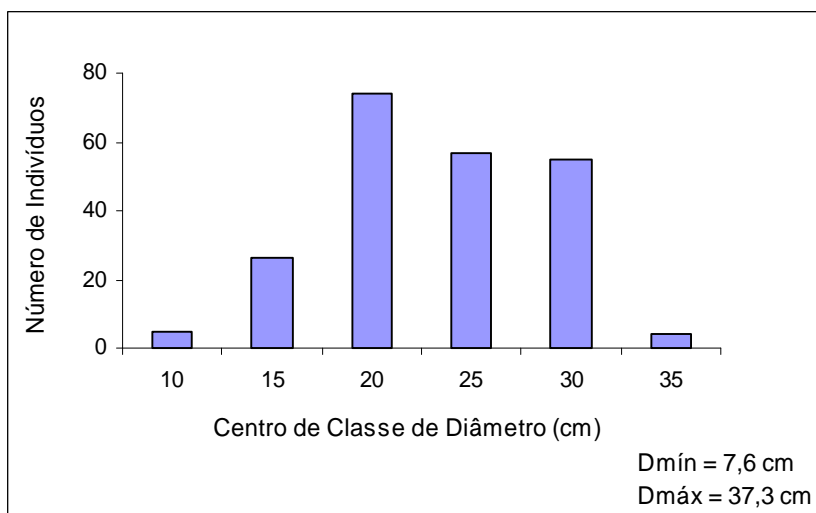
A contabilização dos CERs foi efetuada levando em consideração o carbono estocado na biomassa arbórea da seringueira, do cacau e da serapilheira. É importante ressaltar que existem ainda no consórcio outros componentes onde se estocam carbono, como o látex, os frutos e o solo, os quais não foram contabilizados neste estudo.



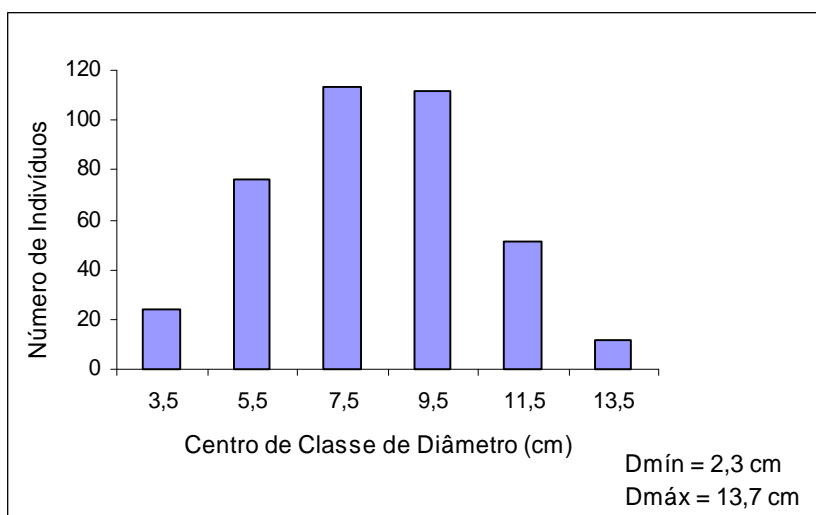
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Caracterização diamétrica do consórcio seringueira-cacau

As distribuições diamétricas das populações de seringueira e de cacau podem ser visualizadas nas Figuras 1 e 2, respectivamente.



**Figura 1** – Número de indivíduos da população de seringueira por classe de diâmetro.



**Figura 2** – Número de indivíduos da população de cacau por classe de diâmetro.

Analisando as figuras acima, observou-se que as distribuições diamétricas, tanto da seringueira quanto do cacau, apresentaram tendência

característica de povoamentos equiâneos, ou seja, tendência à normalidade, com maior frequência de árvores com diâmetro próximo ao valor médio. Observou-se, ainda, uma maior amplitude de diâmetros para a seringueira, uma vez que as árvores são mais velhas (34 anos) do que as árvores de cacau (6 anos).

### 3.2. Biomassa e carbono presentes nas árvores de seringueira e de cacau

A média do peso de matéria úmida e de matéria seca das árvores de seringueira e de cacau e sua distribuição nos diferentes compartimentos das árvores estão representadas no Quadro 1.

**Quadro 1** – Peso médio de matéria úmida e seca dos compartimentos das árvores de seringueira e de cacau

Compartimento da árvore	Seringueira		Cacau	
	Peso de matéria úmida (kg/árvore)	Peso de matéria seca (kg/árvore)	Peso de matéria úmida (kg/árvore)	Peso de matéria seca (kg/árvore)
<b>Parte Aérea</b>				
Folhas	21,55	7,78	5,06	1,84
Tronco	156,36	80,75	3,50	1,11
Galhos				
Grossos	191,36	96,20	7,26	2,63
Médios	91,04	46,87	2,45	0,70
Finos	129,27	55,86	1,98	0,51
Subtotal	589,58	287,46	20,25	6,79
<b>Raízes</b>				
Pivotante	98,82	46,60	3,66	1,12
Laterais				
Grossas	21,84	9,48	1,35	0,42
Médias	22,40	8,57	1,59	0,48
Finas	11,76	3,59	1,95	0,57
Subtotal	154,82	68,24	8,55	2,59
<b>Peso total</b>	<b>744,40</b>	<b>355,70</b>	<b>28,80</b>	<b>9,38</b>

O peso médio de matéria úmida da seringueira foi de 744,40 kg/árvore, e o peso médio de matéria seca, de 355,70 kg/árvore. Verificou-se que o peso de matéria seca total da seringueira representou 48% de seu peso de matéria úmida. Por sua vez, o peso de matéria seca da parte aérea e das raízes correspondeu a 49 e 44% do peso de matéria úmida, respectivamente.

O peso de matéria úmida do cacau foi de 28,80 kg/árvore, sendo seu peso de matéria seca equivalente a 33% deste total, ou seja, 9,38 kg/árvore. O peso de matéria seca da parte aérea e das raízes do cacauzeiro representou 34 e 30% do seu peso de matéria úmida, respectivamente.

Considerando um hectare do consórcio, obteve-se um estoque de carbono arbóreo de 89,87 tC/ha, estando 84,65 tC/ha armazenados nas árvores de seringueira e 5,22 tC/ha nos cacauzeiros, conforme demonstrado no Quadro 2.

**Quadro 2** – Estoque médio de carbono e seu percentual nos compartimentos da seringueira e do cacauzeiro por hectare

Compartimento da árvore	Seringueira		Cacau	
	Carbono (tC/ha)	Valor Percentual (%)	Carbono (tC/ha)	Valor Percentual (%)
<b>Parte Aérea</b>				
Folhas	1,85	2,00	1,02	20,00
Tronco	19,22	23,00	0,62	12,00
Galhos				
Grossos	22,89	27,00	1,46	28,00
Médios	11,15	13,00	0,39	7,00
Finos	13,30	16,00	0,28	5,00
Subtotal	68,41	81,00	3,77	72,00
<b>Raízes</b>				
Pivotante	11,09	13,00	0,62	12,00
Laterais				
Grossas	2,25	3,00	0,24	5,00
Médias	2,04	2,00	0,27	5,00
Finas	0,86	1,00	0,32	6,00
Subtotal	16,24	19,00	1,45	28,00
<b>Peso total</b>	<b>84,65</b>	<b>100,00</b>	<b>5,22</b>	<b>100,00</b>

Observou-se que a maior quantidade do carbono da seringueira encontrou-se estocada na copa, representando 58% do carbono total (56% nos galhos e 2% nas folhas), seguido do tronco, com 23%, e das raízes, com 19% (13% na raiz pivotante e 6% nas raízes laterais). Ou seja, 81% do carbono estava armazenado na parte aérea e os outros 19% no sistema radicular.

Em relação apenas à parte aérea, verificou-se que 72% estava estocada na copa e 28% no tronco. Esses resultados estão próximos ao que foi encontrado por CARMO et al. (2003). Nesse estudo, os autores constataram, em plantios de seringueira aos 15 anos de idade, que 22% do total de carbono da parte aérea da árvore estava estocado no tronco e os outros 78% na copa.

Para o cacau, o maior percentual do carbono também foi encontrado na copa, com 60% (40% nos galhos e 20% nas folhas), seguido das raízes, com 28% (12% na raiz pivotante e 16% nas raízes laterais), e, por último, do tronco, com 12%. No que se refere ao percentual do carbono da parte aérea e do sistema radicular, 72% dele estava armazenado na parte aérea e 28% nas raízes.

De acordo com SCHUMACHER (1996), a tendência é de que, durante a fase inicial de desenvolvimento de uma floresta, grande parte dos carboidratos seja direcionada para a produção da copa e das raízes; com o passar do tempo, a produção de biomassa do tronco aumenta e a da copa diminui gradualmente. No entanto, era de se esperar que o maior percentual de carbono da seringueira estivesse armazenado no tronco, como acontece na maioria das espécies florestais. No entanto, verificou-se que isso não ocorreu, pois o componente onde foi encontrado maior estoque de carbono foram os galhos. Isso pode ser justificado pela idade do plantio, pelo espaçamento adotado e pelas práticas silviculturais dispensadas à seringueira, já que estas são aplicadas buscando uma maior produção de galhos e folhas, a fim de que haja maior área fotossintética e maior produção de látex. Além disso, durante a queda de folhas, há redução no crescimento do tronco, uma vez que, com a emissão de novos folíolos, os fotoassimilados são direcionados para a formação de área foliar. Outro fator é o efeito depressivo na produção de látex sobre o crescimento do tronco. Segundo VIRGENS FILHO (2005), (informação pessoal), após o início da sangria o crescimento do perímetro do tronco caiu de uma média de 7-8 cm/ano para 3-4 cm/ano.

Já para o cacau aos 6 anos de idade, observou-se o esperado: como o plantio ainda é novo, a maior parte do carbono encontrou-se estocada na copa (galhos e folhas).

A seqüência na ordem de distribuição do carbono nos compartimentos da seringueira (copa - tronco - raízes) encontrada neste trabalho assemelhou-se à de estudos realizados por TEIXEIRA et al. (1994) em um consórcio aos 15 anos de idade. Constatou-se que, no consórcio aos 15 anos, a participação percentual do carbono das folhas e dos galhos da seringueira em relação ao carbono total foi maior, e a do tronco e das raízes, menor em relação ao encontrado aos 34 anos.

No mesmo estudo realizado por TEIXEIRA et al. (1994), para o cacau foi encontrado um maior estoque de carbono na copa (66%), seguido pelas raízes (18%) e pelo tronco (16%), seqüência que também se assemelhou à do presente trabalho. No cacauzeiro com 15 anos de idade, observou-se menor percentual de carbono nas folhas (7%) e maior no tronco (16%), em relação ao cacauzeiro com 6 anos de idade. Outro fato foi que o percentual de carbono das raízes do cacauzeiro aos 15 anos foi menor do que o encontrado aos 6 anos, comprovando que nos primeiros anos ocorre maior acúmulo de carbono nas raízes. Tanto para a seringueira quanto para o cacauzeiro pode-se inferir que as diferenças observadas na distribuição do carbono nos compartimentos das árvores estejam relacionadas à idade, visto que a tendência é de que o percentual de biomassa das folhas e dos galhos diminua e o do tronco aumente à medida que aumenta a idade do plantio.

Essa tendência na distribuição de biomassa (ou carbono) nas espécies florestais de acordo com a idade do plantio também foi verificada por LADEIRA et al. (2001) para diferentes espécies do gênero *Eucalyptus*. Nesse estudo, os autores observaram que aos 15 meses a proporção média de biomassa da copa era de 40,4%, mas, aos 84 meses, passou a ser apenas de 11,4%. Quanto ao tronco, aos 15 meses, a biomassa estocada correspondeu a 19,4%, e aos 84 meses a proporção desse compartimento aumentou para 60,4% da biomassa total.

Considerando a estimativa do estoque de carbono da seringueira e do cacauzeiro (84,65 tC/ha e 5,22 tC/ha, respectivamente), o incremento de carbono foi de 2,5 tC/ha.ano para a seringueira e de 0,87 tC/ha.ano para o cacauzeiro. Esses valores se assemelham aos valores encontrados por outros autores para o consórcio em diferentes idades, conforme representado no Quadro 3.

Observou-se que o incremento de carbono da seringueira no presente estudo foi superior ao da seringueira com 15 anos e inferior àquele com 20 anos de idade. Quanto ao cacauzeiro, o de 6 anos apresentou incremento médio inferior ao de 15 e 20 anos de idade.

A proporção do carbono absorvido pelas florestas está relacionada ao crescimento e à idade. As florestas removem carbono da atmosfera em maiores proporções quando jovens e em fase de crescimento; a medida que a

floresta vai atingindo a maturidade e o crescimento se estabiliza, a absorção de carbono é reduzida (CIESLA, 1995).

**Quadro 3** – Estoque de biomassa e de carbono em consórcios de seringueira e cacau

Autor	Consórcio e Idade	Local	Biomassa Seca (t/ha)	Carbono (tC/ha)	Incremento Médio de C (tC/ha.ano)
Teixeira et al. (1994) <sup>(1)</sup>	Sering.-Cacau (15 anos)	Capitão Poço - Pa	87,00	43,50	Cacau:1,17 Seringueira: 1,71
Teixeira e Oliveira (1999) <sup>(1)</sup>	Sering.- Cacau (20 anos)	Capitão Poço - Pa	148,00	74,00	Cacau: 0,71 Seringueira: 3,11
Presente Estudo <sup>(2)</sup>	Sering.- Cacau (34/06anos) <sup>(3)</sup>	Igrapiúna - BA	180,00	90,00	Cacau: 0,87 Seringueira: 2,50

(1) - 140 seringueiras e 960 cacauzeiros por hectare.

(2) - 476 seringueiras e 1.111 cacauzeiros por hectare.

(3) - Seringueira 34 anos e cacau 6 anos de idade.

Analisando o incremento de carbono dos consórcios (Quadro 3), pode-se deduzir que a seringueira aos 34 anos de idade encontra-se em estágio de estabilização de crescimento consequentemente a fixação de carbono nesta idade é menor. Deduz-se também que o cacauzeiro aos 6 anos de idade encontra-se em fase de desenvolvimento, podendo ocorrer maiores incrementos de carbono nos anos seguintes.

O incremento anual de carbono da seringueira e do cacauzeiro, quando comparados a valores médios encontrados para outras espécies florestais como eucalipto (5,5 tC/ha.ano), pinus (6,7 tC/ha.ano), acácia (8,8 tC/ha.ano<sup>1</sup>) e angico (2,6 tC/ha.ano), em estudos realizados por REIS et al. (1994), SCHUMACHER et al. (2002), PEREIRA et al. (1997) e DRUMOND et al. (1996), respectivamente, demonstraram que tanto a seringueira quanto o cacauzeiro apresentou estoque anual de carbono inferior em relação às outras espécies. Entretanto, deve-se levar em consideração o ciclo da cultura, ou seja, o tempo que o carbono ficará armazenado naquele plantio. Tanto a seringueira quanto o cacauzeiro são espécies de ciclo longo, capazes de estocar o carbono por um grande período de tempo, além de produzirem economicamente por mais de 30 anos. Já os plantios de espécies para fins madeireiros geralmente

<sup>1</sup> Este valor foi obtido desconsiderando-se as raízes.

possuem ciclos curtos, armazenando por um menor período de tempo o carbono em sua biomassa. Além disso, a exploração econômica da seringueira e do cacau não implica o corte da árvore, o que evita o possível retorno do carbono para a atmosfera.

### **3.3. Biomassa e carbono presentes na serapilheira**

O estoque de biomassa seca e de carbono encontrado na serapilheira na ocasião da realização deste estudo foi de 3,35 t/ha e 1,67 tC/ha, respectivamente. Verificou-se que o estoque de carbono da serapilheira foi relativo a 2,5% do carbono da copa da seringueira e a 44% do carbono da copa do cacau. A diferença entre o percentual de carbono da serapilheira em relação ao da copa da seringueira e ao da copa do cacau pode ser atribuída às características das espécies (tamanho da copa, formação de galhos, quantidade de folhas), à época de realização do experimento e às práticas silviculturais aplicadas.

Em estudos realizados por TEIXEIRA e OLIVEIRA (1999), no Estado do Pará foi encontrado um estoque de carbono de 2,10 tC/ha na serapilheira de um plantio consorciado de seringueira com cacau. Já CARMO et al. (2004) encontraram uma média de 1,69 tC/ha em monocultivo de seringueira no estado de Minas Gerais. No entanto, pode-se afirmar que a quantidade de resíduos orgânicos na superfície do solo e, conseqüentemente, o estoque de carbono dependem da queda do material orgânico e de sua velocidade de decomposição. Além disso, neste tipo de sistema ocorre aumento na deposição de resíduos sobre o solo e, conseqüentemente, incremento no estoque de carbono, na época de desfolha da seringueira e quando são efetuadas as podas do cacau.

Ao analisar o material coletado na superfície do solo, observou-se que este era constituído de galhos, folhas, raízes e material reprodutivo (sementes, flores) tanto de cacau quanto de seringueira. A maior parte desse material era proveniente do cacau, o que pode ser justificado pela época de realização do experimento (que antecedeu ao período de queda das folhas da seringueira) e pelas podas realizadas nos cacauzeiros.

Aranguren et al. (1982), citados por FASSBENDER et al. (1985), afirmam que a decomposição das folhas de cacau é mais rápida do que a das folhas das árvores utilizadas para seu sombreamento. Os restos das folhas de cacau se decompõem com quatro meses, enquanto os das árvores usadas para o sombreamento levam em média nove meses.

É importante ressaltar que a biomassa seca e o estoque de carbono da serapilheira quantificados neste estudo se referem a um determinado momento, o de realização do experimento, não se podendo afirmar que seja o acumulado ao longo do desenvolvimento do plantio.

### **3.4. Contabilização do carbono no consórcio e geração dos CERs**

No consórcio da seringueira aos 34 anos de idade com cacau aos 6 anos de idade verificou-se um estoque de 89,87 tC/ha e 91,54 tC/ha sem e com o carbono da serapilheira, respectivamente. A contribuição da serapilheira representou um aumento de 1,83% no estoque de carbono total do consórcio.

Em termos de CO<sub>2</sub>, foram armazenadas no consórcio seringueira-cacau 336 tCO<sub>2</sub>/ha, o que corresponderá a geração de 336 CERs/ha. Com o preço da tonelada de CO<sub>2</sub> cotado em média a US\$ 5.50<sup>2</sup>, pode-se dizer que 1 hectare do consórcio na condição estudada geraria uma receita de R\$ 5.174,40/ha.

Existem também no consórcio outros compartimentos onde ocorrem estoques de carbono, os quais não foram incluídos neste estudo. Dentre eles, merece destaque a borracha natural, que é um hidrocarboneto com a configuração de um políisopreno, cujas moléculas são formadas por cinco átomos de carbono (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>). Assim, poderiam ser contabilizados, além dos CERs correspondentes ao carbono armazenado na borracha, aqueles referentes à emissão evitada ao se substituir a produção da borracha sintética pela natural, visto que a produção da primeira envolve processos industriais altamente poluentes, cuja matéria-prima é o petróleo.

FERNANDES (2003), ao analisar a contribuição de diferentes cenários na emissão de CERs pela heveicultura, chegou à conclusão de que o cenário que considera os créditos de carbono referentes à emissão evitada ao se produzir a borracha natural em vez da sintética representa 63,8% do potencial

---

<sup>2</sup> Considerou-se neste estudo que US\$ 1.00 = R\$ 2,80



de geração de CERs, quando comparado ao cenário considerando o carbono da biomassa arbórea (24,5%) e ao da borracha natural (11,7%). O mesmo autor afirma que a substituição da fonte de matéria-prima para produção da borracha é o principal componente para geração de CERs, porém não tira o mérito da floresta como armazenadora de carbono, pois só haverá CERs da substituição da borracha se houver o seringal para produzir o látex.

Entretanto, os CERs provenientes de produtos florestais e da emissão evitada pela produção da borracha natural ainda não são passíveis de negociação para o primeiro período de compromisso do Protocolo de Kyoto (2008-2012). Contudo, existe a possibilidade de que eles venham a ser aceitos em futuras negociações, visto que o carbono armazenado na borracha natural é adicional ao cenário de referência (borracha sintética) e a substituição da produção da borracha sintética pela borracha natural se assemelha à atividade de projeto de substituição de uma fonte não-renovável de energia por uma fonte renovável – tipo de projeto já válido dentro do contexto do MDL.

### **3.5. O consórcio seringueira-cacau no contexto das mudanças climáticas**

Do ponto de vista climático, o plantio do consórcio seringueira-cacau implicará na retirada de CO<sub>2</sub> da atmosfera, contribuindo em grande parte para a mitigação do efeito estufa. A utilização de áreas degradadas ou de pastagens vem a ser uma ótima alternativa para a implantação desse tipo de projeto, pois resultará em uma maior adicionalidade<sup>3</sup>, uma vez que o estoque de carbono nessas áreas é baixo.

Além de atender à principal premissa dos projetos de carbono, a de reduzir o CO<sub>2</sub> da atmosfera, o consórcio seringueira-cacau possui algumas características que o tornam capaz de atender a um dos objetivos do MDL: o de contribuir para o desenvolvimento sustentável do país. Dentre essas características, destacam-se: o uso intensivo de mão-de-obra, o que contribui significativamente para a geração de emprego e renda no campo; o melhor aproveitamento da área de plantio, pois as entrelinhas das seringueiras permitem a consorciação de culturas intercalares; a possibilidade de obtenção de receitas praticamente durante todos os meses do ano; e o melhor

---

<sup>3</sup> *É a redução de emissão, ou o aumento de remoção, de forma adicional ao que ocorreria na ausência do projeto.*

aproveitamento dos recursos naturais. Vale ressaltar que cabe ao país hospedeiro do projeto definir seu conceito de sustentabilidade e confirmar se uma atividade de projeto contribui ou não para isso.

A possibilidade de agregação dos CERs ao consórcio seringueira-cacau surge como um atrativo ao retorno tanto da cultura do cacau quanto da seringueira, visto que a incidência de doenças, a queda nos preços e a baixa produtividade têm ocasionado grande desestímulo por parte dos produtores e conseqüentes abandonos das áreas plantadas. O incentivo a essa atividade poderá trazer, além de vantagens econômicas para o Brasil, benefícios ambientais. O aumento na produção de cacau e de borracha natural poderá fazer com que o país volte a ocupar uma das primeiras posições no *ranking* dos exportadores de cacau e deixe de ser importador de borracha, passando a ser auto-sustentável.

A possibilidade de projetos de pequena escala<sup>4</sup> serem aceitos entre as atividades de florestamento e reflorestamento e o fato de que uma atividade de projeto poderá conter mais do que uma área discreta de terra favorecem a inclusão de projetos como o consórcio seringueira-cacau, uma vez que o plantio deste consórcio é bastante praticado por pequenos proprietários rurais. Uma opção para os pequenos produtores submeterem esse tipo de projeto ao MDL é por meio de formação de cooperativas, pois a junção de pequenas áreas poderia resultar em projetos maiores, e os custos do projeto de créditos de carbono (definição e elaboração do projeto; estudo de viabilidade; negociação; determinação da linha de base; plano de monitoramento; certificação; e validação) seriam diluídos. Entretanto, nada impede que sejam realizadas plantações industriais de grande escala, utilizando o consórcio para pleitear projetos de geração de CERs.

É importante ressaltar que os projetos florestais estão tendo maior dificuldade de aprovação para emitirem CERs. Essa dificuldade tem sido atribuída às incertezas quanto à durabilidade e aos riscos de reversibilidade do projeto. É alegado que os projetos florestais não oferecem segurança de perenidade, estando sujeitos à ocorrência de sinistros (fogo, pragas) ou à

---

<sup>4</sup> *Projetos que resultem na remoção antrópica líquida de gases de efeito estufa de menos que 8 kilotoneladas de CO<sub>2</sub> por ano e que são desenvolvidos ou implementados por comunidades e indivíduos de baixa renda, conforme determinado pela parte hospedeira.*

substituição por outro tipo de ocupação do solo. No entanto, é importante que haja maior empenho na comprovação do potencial destes projetos no armazenamento do carbono e na emissão de CERs.

O Brasil, além de ser o berço da seringueira e do cacau, apresenta características altamente favoráveis à geração de projetos florestais candidatos ao recebimento de CERs. A disponibilidade de terras e de mão-de-obra, as condições edafoclimáticas e o domínio de tecnologia são fatores que permitem ao país captar recursos do MDL e contribuir significativamente para a mitigação do efeito estufa.

Finalmente, diante dessas considerações, pode-se dizer que o consórcio seringueira-cacau é um tipo de projeto capaz de trazer grandes contribuições para a redução dos GEE da atmosfera e com grande potencial de emitir CERs para serem negociados entre os países do Anexo I e aqueles em desenvolvimento, entre eles o Brasil.

## 4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados apresentados no presente trabalho, pode-se concluir que:

- O consórcio seringueira-cacau apresenta um acúmulo de carbono de 91,54 tC/ha, estando 84,65 tC/ha estocados na seringueira, 5,22 tC/ha no cacau e 1,67 tC/ha na serapilheira.
- O Incremento Médio Anual – IMA de carbono da seringueira com 34 anos de idade é de 2,5 tC/ha.ano, e o do cacau com 6 anos de idade, de 0,87 tC/ha.ano.
- Na seringueira, a maior parte do carbono encontra-se armazenada na copa, seguida pelo tronco e pelas raízes.
- No cacau, a maior parte do carbono encontra-se armazenada na copa, seguida pelas raízes e pelo tronco.
- Tanto na seringueira quanto no cacau, os galhos são o compartimento da árvore onde é encontrado maior estoque de carbono.
- O consórcio seringueira-cacau estoca 336 tCO<sub>2</sub>/ha, o que corresponde a 336 CERs/ha.
- O consórcio é importante para o resgate de CO<sub>2</sub> da atmosfera e, conseqüentemente, contribui para a diminuição dos Gases de Efeito Estufa.
- O consórcio apresenta capacidade para estocagem de carbono, o que o credencia como uma atividade promissora na geração de projetos candidatos ao recebimento de CERs.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBRECHT, A.; KANDJI, S. T. Carbon sequestration in tropical agroforestry systems. **Agricultural, Ecosystems and Environment**, 99, p. 15-27, 2003.

CAMPOS, J.C.C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. Viçosa: UFV, 2002, 407p.

CARMO, C. A. F. S.; TOSTO, S. G.; ALVARENGA, A. P.; MOTTA, P. E. F.; KINDEL, A.; MENEGUELI, N. A.; LIMA, J. A. S. **Estimativa do estoque de carbono na biomassa de clones de seringueira em solos da Zona da Mata/MG**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, EXPOBOR, 2004. 14 p.

CARMO, C. A. F.S.; MENEGUELI, N.A.; LIMA, J. A. S.; MOTTA, P. E. F. ALVARENGA, A. P. **Estimativa do estoque de carbono na biomassa do clone de seringueira RRIM 600 em solos da Zona da Mata mineira**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2003. 19 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 28 – 2<sup>o</sup>).

CIESLA, W.M., **Climate change and forest management: an overview**. Rome: FAO, 1995. 128 p. (Forestry Paper 126).

DEWAR, R.C.; CANNELL, M.G.R. Carbon sequestration in the trees, products and soils of forest plantations: an analysis using UK examples. **Tree Physiology**, v. 11, n. 1, p. 49-71, 1992.

DRUMOND, M. A.; BARROS, N. F.; SOUZA, A. L.; SILVA, A. F.; MEIRA NETO, J. A. A. Alterações fitossociológicas e edáficas na mata Atlântica em função das modificações da cobertura vegetal. **Revista Árvore**, v.20, n.4, p. 451-466, 1996.

FACE. Forest absorbing carbon dioxide emission. **Annual Report**. 1993. Arnheim: Netherlands, 1994.

FASSBENDER, H.W.; ALPIZAR, L.; HEUVELDPO, J.; ENRIQUEZ, G.; FOLSTER, H. Ciclos da matéria orgânica e dos nutrientes em ecossistemas com cacauzeiros. In: SIMPÓSIO SOBRE RECICLAGEM DE NUTRIENTES E AGRICULTURA DE BAIXOS INSUMOS NOS TRÓPICOS, 1984, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: CEPLAC/SBCS, 1985. p. 203-230.

FEARNSIDE, P. M. Biomassa das florestas amazônicas brasileiras. In: SEMINÁRIO EMISSÃO X “SEQÜESTRO” DE CO<sub>2</sub>: uma nova oportunidade de negócios para o Brasil, 1994, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: CVRD, 1994. p. 95-124.

FERNANDES, T. J. G. **Análise econômica do seqüestro de CO<sub>2</sub> pela heveicultura**. 2003, 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003.

- LADEIRA, B. R.; REIS, G.G.; REIS M. G. F.; BARROS, N. F. Produção de biomassa de eucalipto sob três espaçamentos, em uma seqüência de idade. **Revista Árvore**, v.25, n.1, p. 69-78, 2001.
- MARQUES, J. R. B.; MONTEIRO, W. R.; LOPES, U. V. Seringueira: uma opção econômica e ecológica para sombreamento de cacauzeiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 4., 2002, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: CEPLAC/CEPEC, 2002. CD-ROM 6-006.
- PANDEY, D. N. Carbon sequestration in agroforestry systems. **Climate Policy**, 2, p 367-377, 2001.
- PEREIRA, J. C.; SCHUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M.; CALDEIRA, M.V.; SANTOS, E. M. Produção de biomassa em um povoamento de *Acacia mearnsii* de Wild. no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Árvore**, v.21, n.4, p. 521-526, 1997.
- REIS, M. G. F.; REIS, G. G.; VALENTE, O. F.; FERNANDES, H. A. C. "Seqüestro" e armazenamento de carbono em florestas nativas e plantadas nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo. In: SEMINÁRIO EMISSÃO X "SEQÜESTRO" DE CO<sub>2</sub>: uma oportunidade de negócios para o Brasil, 1994, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: CVRD, 1994. p. 155-195.
- SANQUETA, C. R. Métodos de determinação de biomassa florestal. In: SANQUETTA, C. R. et al. (Eds.). **As florestas e o carbono**. Curitiba: Imprensa Universitária da UFPR, 2002. p. 119-140.
- SCHUMACHER, M.V. Ciclagem de nutrientes como base da produção sustentada em ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMAS NATURAIS DO MERCOSUL : O AMBIENTE DA FLORESTA, 1., 1996, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM/CEPEF, 1996. p. 65-77.
- SCHUMACHER, M. V.; WITSCHORECK, R.; CALDEIRA, M. V. W.; WATZLAWICK, L. F. Estoque de carbono em florestas de *Pinus taeda* L. e *Acacia mearnsii* de Wild. plantadas no estado do Rio Grande do Sul. In: SANQUETTA, C. R. et al. (Eds.). **As florestas e o carbono**. Curitiba: Imprensa Universitária da UFPR, 2002. p.141-152.
- SOARES, C. P. B; PAULA NETO, F.; SOUZA, A. L.; LEITE, H. G. Modelos para estimar a biomassa da parte aérea em um povoamento de *Eucalyptus grandis* na região de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v.20, n.2, p. 179-189,1996.
- SOARES, C. P. B.; OLIVEIRA, M. L. R. Equações para estimar a quantidade de carbono na parte aérea de árvores de eucalipto em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v.26, n.5, p. 533-539, 2002.
- TEIXEIRA, L.B.; BASTOS, J.B.; OLIVEIRA, R. F. **Biomassa vegetal em agroecossistemas de seringueira consorciada com cacauzeiro no Nordeste Paranaense**. Belém: EMBRAPA CPATU, 1994. 15 p. ,(Boletim de Pesquisa, 153).

TEIXEIRA, L.B.; OLIVEIRA, R. F. **Biomassa vegetal e carbono orgânico em capoeiras e agroecossistemas no Nordeste do Pará.** Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental, 1999. 21 p. (Boletim de Pesquisa, 6).

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

## **CAPÍTULO 3**

### **ANÁLISE ECONÔMICA DO CONSÓRCIO SERINGUEIRA-CACAU COM ENFOQUE NA GERAÇÃO DE CERTIFICADOS DE EMISSÕES REDUZIDAS**



## RESUMO

COTTA, Michele Karina, M.S., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2005. **Análise econômica do consórcio seringueira-cacau com enfoque na geração de Certificados de Emissões Reduzidas.** Orientador: Laércio Antônio Gonçalves Jacovine. Conselheiros: Haroldo Nogueira de Paiva e Sebastião Renato Valverde.

O objetivo deste estudo foi analisar a viabilidade econômica do consórcio seringueira-cacau sem e com os créditos de carbono, considerando a possibilidade de esse tipo de atividade gerar Certificados de Emissões Reduzidas – CERs. A quantificação dos CERs e a análise econômica foram realizadas para um horizonte de planejamento de 34 anos, em que a implantação da seringueira ocorreu no primeiro ano e a do cacau no quarto ano do projeto. A estimativa de carbono do consórcio foi obtida a partir de dados provenientes do estudo "Quantificação de Biomassa e Geração de Créditos de Carbono", realizado nas Fazendas Reunidas Vale do Juliana, Igrapiúna, Bahia. A análise econômica foi feita utilizando-se os critérios: Valor Presente Líquido – VPL, Taxa Interna de Retorno – TIR e Valor Anual Equivalente – VAE. O estoque de carbono estimado para o consórcio da seringueira aos 34 anos de idade com o cacau aos 30 anos de idade foi de 106,91 tC/ha, o que correspondeu a 393 CERs/ha. A análise econômica demonstrou que: o custo de manutenção do consórcio é o mais representativo, correspondendo a 53% do custo total atualizado; o custo de transação do projeto dos CERs, por hectare, correspondeu a 0,6% do custo total; o consórcio é viável com e sem os CERs; e que a inclusão dos CERs proporciona um incremento de 70% no VPL. Tendo em vista os resultados apresentados, pode-se concluir que o consórcio entre essas duas espécies florestais é uma opção economicamente viável para geração de CERs e com potencial de ser aprovado pela Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, na modalidade de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo proposta no Protocolo de Kyoto.

Palavras-chave: *Hevea brasiliensis*, *Theobroma cacao*, projeto de carbono, Certificados de Emissões Reduzidas, análise econômica.

## 1. INTRODUÇÃO

A grande quantidade de gases emitidos, decorrentes das atividades humanas, principalmente da queima de combustíveis fósseis e do desmatamento, vem ocasionando acúmulo de carbono em forma de CO<sub>2</sub> na atmosfera e, conseqüentemente, a elevação da temperatura global. As previsões climáticas têm levado várias organizações a propor regras de conduta, com a finalidade de minimizar a emissão desses gases e os seus possíveis efeitos sobre o clima.

A redução dos chamados Gases de Efeito Estufa – GEE é uma das metas do Protocolo de Kyoto, assinado em 1997 pelos países participantes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas. Esse Protocolo prevê a redução das emissões de GEE em 5,2% em relação aos níveis de 1990, no período entre 2008 e 2012, pelos países de economia desenvolvida, denominados países do Anexo I.

A fim de facilitar o atendimento aos compromissos estabelecidos pelo Protocolo, foram criados os mecanismos de flexibilização. Dentre esses mecanismos, destaca-se o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL, que permite aos países desenvolvidos comprar reduções de emissões ou investir em projetos de redução de GEE nos países em desenvolvimento.

Basicamente, duas linhas de projeto são consideradas elegíveis dentro do MDL: a redução de emissões através do aumento da eficiência energética e do uso de fontes de energias renováveis, conhecidos como projetos de energia; e o resgate de emissões e fixação de carbono por meio de atividades de florestamento e reflorestamento, denominados projetos de "sumidouro de carbono" (CEBDS, 2001).

Para NOGUEIRA e TROSSERO (2004), o "seqüestro" de carbono pelas florestas é considerado parte da solução, capaz de mitigar o incremento de GEE, permitindo uma solução temporária e efetiva. Os mesmos autores afirmam que, se o plantio de florestas for o único mecanismo adotado para redução de GEE da atmosfera, seria necessária a implantação de uma área de aproximadamente 1.442.500 ha/ano de florestas para que os países do Anexo I cumprissem com seus compromissos de redução, estabelecidos para o primeiro período do Protocolo de Kyoto.

HAMEL e ESCHBACH (2001) ressaltam que, embora os projetos florestais sejam menos onerosos, comparados aos projetos de energia, eles não oferecem as mesmas garantias quanto à perenidade de redução de carbono, em função de serem suscetíveis a riscos ambientais e à destruição por fogo, praga, doença ou até mesmo para implantação de outra cultura.

Uma vez comprovada a efetiva redução de emissão dos GEE, seja por projeto de energia ou de "seqüestro" de carbono, o país "hospedeiro" do projeto pode auferir certificados que comprovem a dita redução. Esses certificados são denominados Certificados de Emissões Reduzidas – CERs.

Nesse sentido, o Protocolo de Kyoto estabelece que as partes do não Anexo I podem se beneficiar de atividades de projetos que resultem na emissão de CERs, enquanto os países do Anexo I, por sua vez, podem utilizar-se dos CERs para cumprir parte de seus compromissos.

Entretanto, os recursos dos países do Anexo I para essas atividades não devem ultrapassar 1% de suas emissões, em relação ao ano de referência (1990), multiplicado por cinco. Mesmo apresentando um quadro não muito favorável em função dessa limitação, o Brasil poderá assumir uma posição privilegiada em relação aos países que buscam reverter o processo de mudança climática global, sediando projetos de MDL. As condições climáticas favoráveis, a disponibilidade de terra e de mão-de-obra e o domínio de tecnologia são fatores que contribuem significativamente para a atração de investimentos dessa natureza, o que conseqüentemente acarretará uma maior conservação do meio ambiente.

Nesse contexto, o consórcio seringueira-cacau apresenta-se como uma opção de projeto para geração de CERs e candidato a elegibilidade perante o MDL. A seringueira normalmente tem sido plantada no espaçamento de 7x3 m e 8x2,5 m, permitindo a consorciação com outras culturas. Segundo SILVA NETO et al. (1998), o cacau é bastante indicado para esse fim, visto ser uma cultura que necessita de sombreamento desde a fase de implantação até a fase produtiva.

Para ALBRECHT e KANDJI (2003), o "seqüestro" de carbono por culturas perenes apresenta vantagens comparativas, pois, além estocar o carbono por um grande período de tempo, a exploração econômica dessas

culturas não necessariamente termina com o corte da madeira, o que provavelmente levaria a emissões de CO<sub>2</sub> para a atmosfera.

Por se considerar a possibilidade de o consórcio seringueira-cacau gerar CERs e se tornar uma atividade de projeto elegível no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL, foi elaborado este trabalho. Além disso, constata-se que ainda existem muitas controvérsias e indefinições quanto à aprovação de projetos florestais para a geração de créditos de carbono, o que leva à necessidade de desenvolvimento de pesquisas sobre o assunto.

Assim, o objetivo principal deste estudo foi analisar a viabilidade econômica do consórcio seringueira-cacau com e sem a inclusão dos créditos de carbono. Os objetivos específicos foram os seguintes: estimar o estoque de carbono arbóreo no consórcio aos 34 anos de idade; estimar seus principais itens de custos e receitas; realizar a análise econômica do consórcio; proceder à análise de sensibilidade no cenário considerando a inclusão dos CERs, a fim de verificar quais os componentes que mais afetaram sua viabilidade econômica; e verificar a possibilidade de esta atividade ser utilizada como alternativa de projeto de MDL.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Caracterização da área de estudo**

Para a realização deste trabalho foram utilizados dados de estoque de carbono provenientes do estudo "Quantificação de Biomassa e Geração de Créditos de Carbono", realizado nas Fazendas Reunidas Vale do Juliana, Igrapiúna, Bahia. O local do experimento está situado entre as coordenadas geográficas 13°50'46" de latitude sul e 39°50'0,85" de longitude oeste, sendo a altitude média de 240,65 m.

Segundo a classificação de Köeppen, o clima na região encontra-se na faixa Af, sendo caracterizado como quente e úmido, sem estação seca definida. A temperatura média anual varia entre 23 e 25 °C e a umidade relativa do ar é superior a 80%. A precipitação média anual dos últimos três anos foi de 2.445 mm.

Os solos das FRVJ são classificados como latossolos, descritos como unidade Valença, com seqüência normal de horizontes, de textura argilosa e cor bruno-amarelada escura. Possuem boas condições físicas, boa porosidade, permeabilidade, drenagem interna e profundidade superior a 1,0 m. O relevo varia de ondulado a fortemente ondulado, constituído por outeiros e morros de topos arredondados com declividade em torno de 30%.

### **2.2. Quantificação da biomassa, estimativa de carbono e contabilização dos CERs**

No estudo "Quantificação de Biomassa e Geração de Créditos de Carbono", a quantificação da biomassa vegetal foi realizada em uma área de 2,2 ha, onde havia o consórcio de seringueiras e cacaeiros. As seringueiras do clone FX 2261 tinham idade de 34 anos e foram plantadas no espaçamento de 7x3 m. Os cacaeiros, com idade de 6 anos, foram enxertados com clones selecionados a partir de híbridos do cruzamento do cacau Trinitário com o cacau Forasteiro, plantados no espaçamento 3x3 m.

A conversão da biomassa seca em carbono foi feita utilizando-se o fator 0,5, o qual tem sido sugerido por vários autores, entre eles DEWAR e CANNEL

(1992), FEARNSIDE (1994) e SOARES e OLIVEIRA (2002), ou seja, foi assumido que 50% da biomassa seca seria composta por carbono.

Os estoques de biomassa seca e de carbono nos compartimentos da árvore de seringueira aos 34 anos de idade e do cacau aos 6 anos de idade, utilizados na contabilização dos CERs, encontram-se representados no Quadro 1.

**Quadro 1** – Estimativa e valores percentuais do estoque de carbono nos compartimentos da seringueira aos 34 anos de idade e do cacau aos 6 anos de idade

Compartimento da árvore	Seringueira		Cacau	
	Carbono (tC/ha)	Valor Percentual (%)	Carbono (tC/ha)	Valor Percentual (%)
<b>Parte Aérea</b>				
Folhas	1,85	2,00	1,02	20,00
Tronco	19,22	23,00	0,62	12,00
Galhos				
Grossos	22,89	27,00	1,46	28,00
Médios	11,15	13,00	0,39	7,00
Finos	13,30	16,00	0,28	5,00
Subtotal	68,41	81,00	3,77	72,00
<b>Raízes</b>				
Pivotante	11,09	13,00	0,62	12,00
Laterais				
Grossas	2,25	3,00	0,24	5,00
Médias	2,04	2,00	0,27	5,00
Finas	0,86	1,00	0,32	6,00
Subtotal	16,24	19,00	1,45	28,00
<b>Peso total</b>	<b>84,65</b>	<b>100,00</b>	<b>5,22</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Dados do Autor

A quantificação dos CERs e a análise econômica foram realizadas para uma simulação do consórcio da seringueira com ciclo de produção de 34 anos com o cacau aos 30 anos de idade. Para isso, considerou-se um horizonte de planejamento de 34 anos para o projeto, o plantio da seringueira no primeiro ano e o do cacau no quarto ano.

A estimativa do estoque de carbono do cacau do sétimo ao trigésimo ano foi feita com base no trabalho de TEIXEIRA e OLIVEIRA (1999), que encontraram um incremento anual médio de 0,71 tC/ha.ano, para o cacau com 20 anos de idade. O total de carbono do sétimo ao trigésimo ano foi somado ao encontrado no sexto ano, obtendo-se assim o total de carbono

armazenado no cacau aos 30 anos de idade. A estimativa do estoque de carbono no consórcio da seringueira aos 34 anos com o cacau aos 30 anos de idade pode ser observada no Quadro 2.

**Quadro 2** – Estimativa do estoque de carbono e de CO<sub>2</sub> (eq) do consórcio da seringueira aos 34 anos de idade e do cacau aos 30 anos de idade

<b>Compartmento do consórcio</b>	<b>Estoque de carbono (tC/ha)</b>	<b>Estoque de CO<sub>2</sub> (eq) (tCO<sub>2</sub>/ha)</b>
Seringueira	84,65	311,00
Cacau	22,26	82,00
<b>Total</b>	<b>106,91</b>	<b>393,00</b>

Devido as negociações no mercado de créditos de carbono serem efetuadas em CO<sub>2</sub> equivalente, tornou-se necessária a conversão do carbono em CO<sub>2</sub>. Para isso, utilizou-se o fator 3,67 sugerido por FACE (1994), o que significa dizer que uma tonelada de carbono corresponde a 3,67 toneladas de CO<sub>2</sub>. Assim, os CERs gerados pelo consórcio corresponderão a 393 tCO<sub>2</sub>/ha, referentes ao carbono estocado na biomassa arbórea da seringueira e do cacau (Quadro 2).

Embora existam outros componentes onde se estocam carbono no consórcio (látex, frutos do cacau, serapilheira e solo), os CERs foram contabilizados levando-se em consideração somente o carbono fixado na biomassa do tronco, das folhas, dos galhos e das raízes das árvores de seringueira e de cacau.

Ressalta-se que, no caso dos projetos florestais a serem submetidos à aprovação pelo Comitê Executivo do MDL, para comercialização de créditos de carbono, a contabilização dos CERs deve ser realizada levando-se em conta a diferença entre a quantidade de carbono fixada pelo projeto no final do ciclo e a quantidade de GEE emitida (queima de combustíveis fósseis, uso de fertilizantes, decomposição vegetal, etc.) durante sua cadeia de produção, mais o que havia no local antes da implantação do projeto. Contudo, esse balanço não foi realizado neste estudo; deu-se ênfase apenas à contabilização dos CERs correspondentes ao carbono fixado nos compartimentos da árvore de seringueira e de cacau, considerando que o estoque de carbono inicial na área fosse igual a zero.

### **2.3. Cenários estudados**

Para se analisar a viabilidade econômica do consórcio, duas situações foram estudadas:

- Consórcio seringueira-cacau sem a geração dos CERs: foi realizada a análise econômica considerando somente os custos do projeto florestal e as receitas obtidas pela venda da borracha e das amêndoas de cacau.
- Consórcio seringueira-cacau com a geração dos CERs: neste cenário, além dos custos do projeto florestal e das receitas obtidas com a venda da borracha e das amêndoas de cacau, foi incluído também o custo do projeto de créditos de carbono e a receita proveniente da venda dos CERs.

### **2.4. Fluxo de caixa e taxa de desconto utilizada**

O fluxo de caixa representa as estimativas de receitas e despesas de recursos monetários em um determinado projeto produtivo ao longo do tempo. O resultado líquido desse fluxo é calculado subtraindo-se as receitas das despesas do projeto, associado a cada período (SANTOS et al., 2002). Todos os custos e receitas incidentes no projeto foram ordenados anualmente em um fluxo de caixa, segundo REZENDE e OLIVEIRA (2001). Esses valores foram atualizados mediante o uso de fórmulas financeiras, para um determinado momento no horizonte de tempo.

A taxa de desconto aplicada foi de 10% ao ano. Optou-se por esta taxa por ser bastante utilizada em análises de projetos florestais e também por ser recomendada pelo Centro de Estudos Integrados sobre o Meio Ambiente e Mudanças Climáticas do Ministério do Meio Ambiente, no documento que trata dos critérios de elegibilidade e indicadores de sustentabilidade para a avaliação de projetos candidatos ao MDL (MMA, 2002).

De acordo com LIMA JÚNIOR (1995), nos investimentos florestais existe uma grande dificuldade em se determinar a taxa de desconto a ser utilizada, uma vez que ela não pode ser padronizada. A taxa de juros deve variar de acordo com as características do projeto, da empresa, da conjuntura econômica, entre outros fatores. O mesmo autor afirma que a taxa de desconto utilizada em projetos florestais geralmente varia entre 6 e 12% ao ano.



### 2.4.1. Composição dos custos

Os custos utilizados para se proceder à análise econômica foram aqueles necessários para se implantar 1 hectare do consórcio seringueira-cacau. Esses custos estão relacionados à mão-de-obra e aos insumos usados para a realização das seguintes atividades:

- *Implantação do consórcio*: esta etapa foi subdividida nas seguintes subetapas:
  - *Preparo do solo*: foram considerados os custos referentes à roçada da vegetação, à limpeza da área e ao balizamento.
  - *Aquisição de mudas*: foram considerados os custos de aquisição de mudas enxertadas de seringueira e de cacau. Foram acrescentados 10% sobre o número total de mudas de cada espécie, a fim de garantir o replantio das falhas.
  - *Plantio*: foram considerados os custos das atividades de abertura de cova, aplicação de calcário, adubação na cova, transporte e distribuição das mudas dentro da área de plantio, plantio e replantio.
- *Manutenção/Tratos culturais*: as etapas consideradas nesta fase foram roçada manual, aplicação de calcário, adubação de cobertura, aplicação de herbicida, combate às pragas, controle de doenças, desbrota da seringueira, poda e desbrota do cacau.
- *Colheita*: esses custos referiram-se à sangria e a colheita, transporte e beneficiamento do cacau.
- *Valor da Terra*: o custo da terra teve como referência o AGRIANUAL (2004), para terras com pastagens de baixo suporte na região do sudeste da Bahia. Este valor foi de R\$ 1.100,00/ha. Considerou-se para cada ano de produção um valor de 10% do valor da terra.

As informações sobre os coeficientes técnicos e as atividades realizadas no consórcio tiveram como referência a Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC. Informações complementares foram obtidas em pesquisas bibliográficas (FERREIRA NETO, 1985; GRAMACHO et al., 1992; VIRGENS FILHO, 2002; AGRIANUAL, 2004).

Na determinação dos custos de mão-de-obra para a realização das atividades levou-se em consideração o valor do salário mínimo (R\$ 260,00),

com acréscimo de 50% referente aos encargos sociais, valor médio, adaptado daquele sugerido pelo SEBRAE (SEBRAE, 2002) e 22 dias úteis trabalhados no mês. Os preços dos insumos foram obtidos através de pesquisas de mercado e consultas ao AGRIANUAL (2004). A planilha dos custos das etapas do projeto pode ser visualizada no Anexo 2.

Para obtenção dos CERs gerados pelo projeto de MDL existe o custo de contratação de uma empresa, que é denominada de Entidade Operacional Designada. Esta entidade será responsável pelas seguintes atividades: definição e elaboração do projeto; estudo de viabilidade; negociação; determinação da linha de base; plano de monitoramento; certificação; e validação. No presente estudo, o custo para obtenção dos CERs foi estimado considerando um custo fixo por projeto de US\$ 260,000 (R\$ 728.000,00, considerando US\$1.00 igual a R\$ 2,80), valor sugerido pelo Banco Mundial (2004) e um tamanho de projeto que resulte na absorção de 50.000 tCO<sub>2</sub>/ano, o qual, segundo HAITES (2004), é o tamanho mínimo de projeto economicamente viável para geração de CERs. Com base neste tamanho mínimo de projeto e na capacidade de geração de CERs do consórcio seringueira-cacau (11,55 tCO<sub>2</sub>/ha.ano), estimou-se que será necessária uma área de 4.329 ha (50.000 tCO<sub>2</sub>/ano divididas por 11,55 tCO<sub>2</sub>/ha.ano) para a absorção de 50.000 tCO<sub>2</sub>/ano, o que equivale a 50.000 CERs/ano. Assim, o custo para elaboração do projeto para obtenção dos CERs, por hectare, foi estimado diluindo-se o custo fixo do projeto pela área de plantio, correspondendo ao valor de R\$ 168,16/ha (R\$ 728.000,00 divididos por 4.329 ha). Considerou-se que este custo ocorreu no ano de implantação do projeto florestal.

#### **2.4.2. Composição das receitas**

As receitas do consórcio foram aquelas referentes à venda da borracha, das amêndoas do cacau e dos CERs. As receitas da borracha e do cacau foram obtidas multiplicando-se a produção anual de cada cultura pelos respectivos preços praticados no mercado. As produções de cacau e de látex tiveram como referência o estudo de VIRGENS FILHO (2002). O preço considerado para venda da borracha seca foi de R\$ 2.670,00 a tonelada

(BORRACHA NATURAL BRASILEIRA, 2004), e o do cacau, de R\$ 70,00 a arroba (INTERNATIONAL COCOA ORGANIZATION, 2004). As receitas da venda dos CERs foram obtidas multiplicando-se a tonelada de CO<sub>2</sub> pelo preço de US\$ 5.50, conforme sugerido por HAITES (2004) e LECOCQ (2004). Considerou-se que a receita obtida com os CERs ocorreu no ano 1 do projeto, de forma que as transações necessárias para emissão e comercialização (elaboração do projeto, identificação de investidores, preparo da documentação, determinação da linha de base, etc.) fossem realizadas no ano de implantação do projeto florestal.

## 2.5. Análise Econômica

A análise econômica foi realizada com a finalidade de verificar a viabilidade do projeto com e sem a venda dos CERs. Para efetuar essa análise foram utilizados os seguintes critérios de avaliação econômica: Valor Presente Líquido - VPL, Taxa Interna de Retorno - TIR e Valor Anual Equivalente - VAE.

### 2.5.1. Valor Presente Líquido – VPL

O Valor Presente Líquido é definido como a soma algébrica dos valores descontados do fluxo de caixa a ele associado. A viabilidade econômica de um projeto analisado pelo método do VPL é indicada pela diferença positiva entre as receitas e os custos, atualizados, para uma determinada taxa de desconto (BUARQUE, 1991; REZENDE e OLIVEIRA 2000; SILVA et al., 2002). De acordo com LIMA JÚNIOR (1995), um projeto será economicamente viável se seu VPL for positivo para determinada taxa de juros.

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

em que: VPL= valor presente líquido;

R<sub>j</sub> = receita no ano j;

C<sub>j</sub> = custo no ano j;

i= taxa de desconto;

$j$  = período de ocorrência do custo ou da receita; e  
 $n$  = duração do projeto, em anos.

### 2.5.2. Taxa Interna de Retorno - TIR

A Taxa Interna de Retorno de um projeto é a taxa anual de retorno do capital investido, tendo a propriedade de ser a taxa de desconto que iguala o valor atual das receitas futuras ao valor atual dos custos futuros do projeto, ou seja, é a taxa na qual o VPL é zero (BUARQUE, 1991; REZENDE e OLIVEIRA, 2000; SILVA et al., 2002).

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

em que:  $R_j$  = receita no ano  $j$ ;

$C_j$  = custo no ano  $j$ ;

$i$  = taxa de desconto;

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

$n$  = duração do projeto, em anos.

Segundo SILVA et al. (2002), um projeto é economicamente viável se sua TIR for maior do que uma taxa de desconto alternativa do capital, denominada taxa mínima de atratividade.

### 2.5.3. Valor Anual Equivalente - VAE

Este critério transforma o valor atual do projeto em fluxos de receitas ou custos periódicos contínuos, equivalentes ao valor atual, durante a vida útil do projeto (SILVA et al., 2002). De acordo com RESENDE e OLIVEIRA (2001), um projeto será considerado economicamente viável se apresentar VAE positivo, indicando que os benefícios periódicos são maiores que os custos periódicos.

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

em que: VAE = valor anual equivalente;  
VPL = valor presente líquido;  
i = taxa de desconto; e  
n = duração do projeto, em anos.

## **2.6. Análise de sensibilidade**

A análise de sensibilidade consiste em checar os efeitos de mudanças percentuais ou absolutos nos parâmetros, nos resultados e nos indicadores econômicos (REZENDE e OLIVEIRA, 2001).

Neste estudo, a análise de sensibilidade considerando o critério econômico VPL foi aplicada ao cenário onde se incluiu a venda dos CERs. Para isso, a taxa de juros, o item de custo da mão-de-obra e os preços da borracha, do cacau e dos CERs foram submetidos a uma variação de seus valores de -20% e +20%.

Utilizando a ferramenta "atingir meta" do programa EXCEL, foi analisado o quanto o valor do salário mínimo e os preços da borracha, do cacau e dos CERs podem variar para que o projeto se mantenha viável, quanto ao critério VPL.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Análise econômica

##### 3.1.1. Fluxo de caixa do consórcio sem os CERs

As atividades, a produção, o custo e a receita do consórcio seringueira-cacau sem os CERs podem ser visualizados no Quadro 3.

**Quadro 3** – Custo, receita e produção do consórcio sem os CERs

Ano	Atividades	Custo (R\$/ha)	Produção		Receita (R\$/ha)
			Seringueira (kg.BS*/ha)	Cacau (@/ha)	
0	Implant. Seringueira	2.860,86	-	-	-
1	Manutenção	1.366,00	-	-	-
2	Manutenção	1.057,68	-	-	-
3	Manutenção	1.147,68	-	-	-
4	Manut./Implant. Cacau	2.989,33	-	-	-
5	Manutenção	1.144,34	-	-	-
6	Manutenção	1.561,10	-	-	-
7	Manutenção/Produção	3.007,22	338,00	-	902,46
8	Manutenção/Produção	2.805,50	663,00	18,00	3.030,21
9	Manutenção/Produção	3.172,14	1.025,00	36,00	5.256,75
10	Manutenção/Produção	3.068,12	1.266,00	60,00	7.580,22
11	Manutenção/Produção	3.078,12	1.447,00	60,00	8.063,49
12	Manutenção/Produção	3.571,00	1.447,00	60,00	8.063,49
13	Manutenção/Produção	3.184,44	1.447,00	60,00	8.063,49
14	Manutenção/Produção	3.617,44	1.447,00	60,00	8.063,49
15	Manutenção/Produção	3.842,32	1.447,00	60,00	8.063,49
16	Manutenção/Produção	3.617,44	1.447,00	60,00	8.063,49
17	Manutenção/Produção	3.915,44	1.447,00	60,00	8.063,49
18	Manutenção/Produção	3.832,32	1.447,00	60,00	8.063,49
19	Manutenção/Produção	3.627,44	1.447,00	60,00	8.063,49
20	Manutenção/Produção	3.617,44	1.447,00	60,00	8.063,49
21	Manutenção/Produção	3.842,32	1.447,00	60,00	8.063,49
22	Manutenção/Produção	3.905,44	1.447,00	60,00	8.063,49
23	Manutenção/Produção	3.627,44	1.447,00	60,00	8.063,49
24	Manutenção/Produção	3.832,32	1.447,00	60,00	8.063,49
25	Manutenção/Produção	3.627,44	1.447,00	60,00	8.063,49
26	Manutenção/Produção	3.617,44	1.447,00	60,00	8.063,49
27	Manutenção/Produção	4.130,32	1.447,00	60,00	8.063,49
28	Manutenção/Produção	3.617,44	1.447,00	60,00	8.063,49
29	Manutenção/Produção	3.627,44	1.447,00	60,00	8.063,49
30	Manutenção/Produção	3.832,32	1.447,00	60,00	8.063,49
31	Manutenção/Produção	3.627,44	1.302,00	60,00	7.676,34
32	Manutenção/Produção	3.905,44	1.107,00	60,00	7.155,69
33	Manutenção/Produção	3.842,32	886,00	60,00	6.565,62
34	Manutenção/Produção	3.617,44	663,00	60,00	5.970,21

Fonte: CEPLAC e VIRGENS FILHO (2002)

\* BS refere-se à Borracha Seca.

Verificou-se que as variações no fluxo de caixa no decorrer do ciclo de produção foram atribuídas às alterações dos custos e das receitas do consórcio. As variações dos custos foram influenciadas principalmente pelas manutenções anuais e pelos custos referentes à sangria e colheita/beneficiamento do cacau. Já as alterações das receitas foram decorrentes das variações na produção de látex e de cacau no decorrer dos anos.

Observa-se, no Quadro 3, que a produção de látex foi crescente nos cinco primeiros anos da sangria, manteve-se estável até o 30<sup>o</sup> ano, e apresentou queda de 10, 15, 20 e 25% no 31<sup>o</sup>, 32<sup>o</sup>, 33<sup>o</sup> e 34<sup>o</sup> anos, respectivamente. O cacau, implantado no 4<sup>o</sup> ano, iniciou a produção no 8<sup>o</sup> ano, a qual se manteve constante do 3<sup>o</sup> ano após o plantio, até o final do ciclo.

Analisando o fluxo de caixa corrente do consórcio seringueira-cacau sem a inclusão dos CERs (Quadro 4), verificou-se que este apresentou-se negativo até o 7<sup>o</sup> ano, quando se iniciou a extração do látex, passando a ser positivo a partir do 8<sup>o</sup> ano, com a inclusão das receitas do cacau. O saldo negativo nos primeiros anos é justificado pelo fato de o consórcio não apresentar receitas até o 6<sup>o</sup> ano e pelo incremento dos custos com a implantação do cacau e a aquisição de materiais para o início da extração do látex.

O fluxo de caixa acumulado do consórcio demonstrou que para o cenário sem os CERs o lucro do projeto passou a ocorrer somente a partir do 16<sup>o</sup> ano (Quadro 4), embora a partir do 8<sup>o</sup> ano as receitas tenham sido superiores aos custos, mantendo-se assim até o final do ciclo do projeto. Ainda que o consórcio seringueira-cacau envolva custos nos primeiros anos e receitas somente a partir do 7<sup>o</sup> ano, seu fluxo de caixa demonstrou que a atividade é rentável. Além disso, deve-se levar em consideração que ambas as culturas são de ciclo longo, o que possibilita a obtenção de receitas por um grande período de tempo e praticamente durante todos os meses do ano.

O comportamento observado neste fluxo de caixa não difere daqueles geralmente encontrados na maioria dos projetos florestais. Altos custos iniciais e receitas a longo prazo são características que muitas vezes tornam os projetos dessa natureza pouco atrativos.

**Quadro 4 – Custo, receita e fluxo de caixa (corrente, atualizado e acumulado) para o consórcio seringueira-cacau sem a inclusão dos CERs**

Ano	Custo Total R\$/ha	Receita R\$/ha	Fluxo de Caixa R\$/ha		
			Corrente	Atualizado	Acumulado
0	2.860,86	-	-2.860,86	-2.860,86	-2.860,86
1	1.351,00	-	-1.351,00	-1.228,18	-4.089,04
2	1.042,68	-	-1.042,68	-861,72	-4.950,76
3	1.132,68	-	-1.132,68	-851,00	-5.801,76
4	2.974,33	-	-2.974,33	-2.031,51	-7.833,27
5	1.129,34	-	-1.129,34	-701,23	-8.534,50
6	1.546,10	-	-1.546,10	-872,73	-9.407,23
7	2.992,22	902,46	-2.089,76	-1.072,38	-10.479,61
8	2.790,50	3.030,21	239,71	111,83	-10.367,78
9	3.157,14	5.256,75	2.099,61	890,44	-9.477,34
10	3.053,12	7.580,22	4.527,10	1.745,39	-7.731,95
11	3.063,12	8.063,49	5.000,37	1.752,60	-5.979,35
12	3.556,00	8.063,49	4.507,49	1.436,23	-4.543,13
13	3.169,44	8.063,49	4.894,05	1.417,63	-3.125,49
14	3.602,44	8.063,49	4.461,05	1.174,73	-1.950,76
15	3.827,32	8.063,49	4.236,17	1.014,11	-936,65
16	3.602,44	8.063,49	4.461,05	970,85	34,20
17	3.900,44	8.063,49	4.163,05	823,64	857,84
18	3.817,32	8.063,49	4.246,17	763,71	1.621,55
19	3.612,44	8.063,49	4.451,05	727,78	2.349,33
20	3.602,44	8.063,49	4.461,05	663,11	3.012,44
21	3.827,32	8.063,49	4.236,17	572,44	3.584,87
22	3.890,44	8.063,49	4.173,05	512,64	4.097,52
23	3.612,44	8.063,49	4.451,05	497,09	4.594,60
24	3.817,32	8.063,49	4.246,17	431,09	5.025,70
25	3.612,44	8.063,49	4.451,05	410,81	5.436,51
26	3.602,44	8.063,49	4.461,05	374,31	5.810,82
27	4.115,32	8.063,49	3.948,17	301,16	6.111,97
28	3.602,44	8.063,49	4.461,05	309,34	6.421,32
29	3.612,44	8.063,49	4.451,05	280,59	6.701,91
30	3.817,32	8.063,49	4.246,17	243,34	6.945,25
31	3.612,44	7.676,34	4.063,90	211,72	7.156,97
32	3.890,44	7.155,69	3.265,25	154,65	7.311,63
33	3.827,32	6.565,62	2.738,30	117,90	7.429,53
34	3.602,44	5.970,21	2.367,77	92,68	7.522,21

Uma maneira de agregar receitas e minimizar o fluxo de caixa negativo do consórcio seria a implantação de culturas agrícolas entre as linhas de seringueira nos três primeiros anos da atividade. Entretanto, não se considerou esta possibilidade no presente estudo, visto que o principal objetivo foi analisar a viabilidade econômica desconsiderando e considerando a geração de CERs, os quais, para o primeiro período de compromisso do Protocolo de Kyoto (2008 a 2012), são válidos somente para espécies florestais.



### 3.1.2. Fluxo de caixa do consórcio com os CERs

O fluxo de caixa do cenário considerando a venda dos créditos de carbono diferenciou-se do anterior devido à inclusão do custo do projeto para geração dos CERs (R\$ 168,16/ha) no ano de implantação florestal e ao incremento na receita (R\$ 6.052,20/ha) no ano 1, provenientes dos CERs (Quadro 5).

**Quadro 5** – Custo, receita e fluxo de caixa (corrente, atualizado e acumulado) para o consórcio seringueira-cacau com a inclusão dos CERs

Ano	Custo Total R\$/ha	Receita R\$/ha	Fluxo de Caixa R\$/ha		
			Corrente	Atualizado	Acumulado
0	3.029,02	-	-3.029,02	-3.029,02	-3.029,02
1	1.351,00	6.052,20	4.701,20	4.273,82	1.244,80
2	1.042,68	-	-1.042,68	-861,72	383,08
3	1.132,68	-	-1.132,68	-851,00	-467,92
4	2.974,33	-	-2.974,33	-2.031,51	-2.499,43
5	1.129,34	-	-1.129,34	-701,23	-3.200,66
6	1.546,10	-	-1.546,10	-872,73	-4.073,39
7	2.992,22	902,46	-2.089,76	-1.072,38	-5.145,77
8	2.790,50	3.030,21	239,71	111,83	-5.033,94
9	3.157,14	5.256,75	2.099,61	890,44	-4.143,50
10	3.053,12	7.580,22	4.527,10	1.745,39	-2.398,11
11	3.063,12	8.063,49	5.000,37	1.752,60	-645,51
12	3.556,00	8.063,49	4.507,49	1.436,23	790,71
13	3.169,44	8.063,49	4.894,05	1.417,63	2.208,35
14	3.602,44	8.063,49	4.461,05	1.174,73	3.383,08
15	3.827,32	8.063,49	4.236,17	1.014,11	4.397,19
16	3.602,44	8.063,49	4.461,05	970,85	5.368,04
17	3.900,44	8.063,49	4.163,05	823,64	6.191,68
18	3.817,32	8.063,49	4.246,17	763,71	6.955,39
19	3.612,44	8.063,49	4.451,05	727,78	7.683,17
20	3.602,44	8.063,49	4.461,05	663,11	8.346,28
21	3.827,32	8.063,49	4.236,17	572,44	8.918,71
22	3.890,44	8.063,49	4.173,05	512,64	9.431,36
23	3.612,44	8.063,49	4.451,05	497,09	9.928,44
24	3.817,32	8.063,49	4.246,17	431,09	10.359,54
25	3.612,44	8.063,49	4.451,05	410,81	10.770,35
26	3.602,44	8.063,49	4.461,05	374,31	11.144,66
27	4.115,32	8.063,49	3.948,17	301,16	11.445,81
28	3.602,44	8.063,49	4.461,05	309,34	11.755,16
29	3.612,44	8.063,49	4.451,05	280,59	12.035,75
30	3.817,32	8.063,49	4.246,17	243,34	12.279,09
31	3.612,44	7.676,34	4.063,90	211,72	12.490,81
32	3.890,44	7.155,69	3.265,25	154,65	12.645,47
33	3.827,32	6.565,62	2.738,30	117,90	12.763,37
34	3.602,44	5.970,21	2.367,77	92,68	12.856,05

Observou-se que a receita dos CERs no ano 1 permitiu ao investidor cobrir os custos de implantação da seringueira e possibilitou antecipar o retorno do investimento do 16<sup>o</sup> ano para o 12<sup>o</sup> ano, quando comparado ao cenário anterior. O fluxo de caixa acumulado nos anos seguintes comprovou que a inclusão dos créditos de carbono ao consórcio é uma opção para tornar a atividade mais rentável.

Embora o mercado de carbono previsto pelo Protocolo de Kyoto ainda não esteja regulamentado, existem mercados paralelos em diversos países onde já são comercializadas reduções de emissões. No entanto, vale ressaltar que, como este mercado ainda não possui regras definidas, as transações acabam se diferindo muito, tanto nos contratos de comercialização dos certificados quanto nos preços.

Pesquisas de mercado realizadas por HAITES (2004) apontam o valor atual para as unidades de redução de emissão de aproximadamente US\$ 5.50, podendo alcançar o preço de US\$ 11.00 em 2010. Em uma sondagem de preços realizada em outubro de 2003, no encontro da *International Emissions Trading Association*, indicou-se que o preço médio para a tonelada de CO<sub>2</sub> será de US\$ 14.30 no ano de 2010. Outra estimativa de preço para o CO<sub>2</sub> em 2010 foi feita pela *Point Carbon*, que sugeriu um valor de US\$ 9.90 a tonelada de CO<sub>2</sub>.

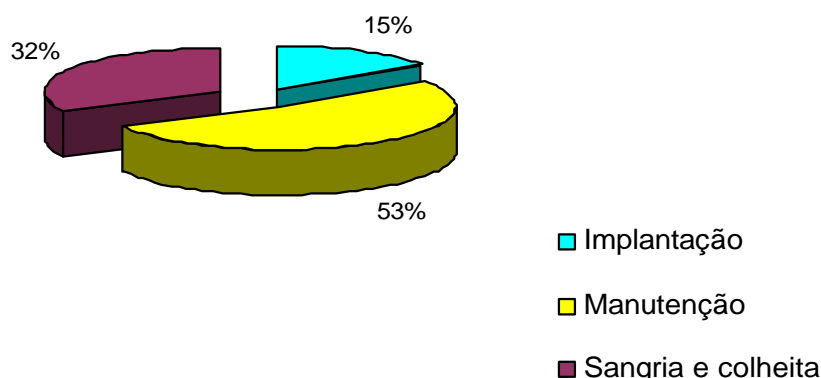
Um fator que interfere nos preços dos CERs é o tipo de projeto que vai emitir os certificados. Os CERs provenientes de projetos de florestamento e reflorestamento têm sido cotados a preços menores. Alega-se que este tipo de projeto não oferece segurança quanto à perenidade, estando sujeito à ocorrência de sinistros (fogo, pragas) ou à eliminação para substituição por outro tipo de cultura, colocando em risco o atendimento aos compromissos quanto à redução das emissões. Fung (2000), citado por PANDEY (2001), ressalta ainda que o tempo da retenção do carbono na árvore é uma consideração importante para projetos candidatos à geração de CERs.

Com base no custo fixo do projeto dos CERs (R\$ 728.000,00) e no valor de venda de US\$ 5.50/tCO<sub>2</sub> (R\$ 15,40, considerando US\$ 1.00 igual a R\$ 2,80), chegou-se à conclusão que para a receita dos CERs cobrir este custo seria necessária uma área mínima de 120 ha plantada com o consórcio, o que implicaria a geração de 47.160 CERs no final dos 34 anos.

Acredita-se que, com a entrada em vigor do Protocolo de Kyoto e com a regulamentação do mercado de créditos de carbono, os custos de transação de um projeto de MDL assumirão valores mais baixos, e os preços dos CERs, valores mais altos. Desse modo, projetos com capacidade de gerar menor quantidade de CERs poderão se tornar mais viáveis economicamente.

### 3.1.3. Análise dos itens de custo

Durante o período de 34 anos, o custo total atualizado do consórcio seringueira-cacau por hectare, sem e com os créditos de carbono, foi de R\$ 27.372,92 e R\$ 27.541,08, respectivamente. A participação dos componentes do custo total atualizado para o cenário sem os CERs pode ser observada na Figura 1.



**Figura 1** – Participação percentual dos custos atualizados do consórcio seringueira-cacau sem os CERs.

Verificou-se que o custo referente à manutenção apresentou-se como o mais elevado, correspondendo a 53% do custo total. Do custo referente à manutenção, 45% foi atribuído à mão-de-obra e 55% aos insumos.

O segundo componente que apresentou maior valor foi o custo de sangria e colheita/beneficiamento do cacau (32%). Desse total, 92% corresponderam à mão-de-obra, sendo a maior parte dela devido à sangria.

Por último, com menor percentual de contribuição, está o custo de implantação do consórcio (15%). Os componentes do custo de implantação e respectivas contribuições percentuais foram: preparo da área para plantio

(23%), aquisição de mudas (35%) e plantio (42%). Na etapa de implantação, o item mão-de-obra contribuiu com 44% dos custos, e o restante foi referente aos insumos e à aquisição de mudas.

Considerando o custo total, constatou-se que 61% foram referentes à mão-de-obra, estando distribuídos da seguinte forma: 11% na etapa de implantação, 39% nos tratamentos culturais e 50% na sangria e colheita/beneficiamento do cacau.

Diante desses resultados, pode-se afirmar que o item mão-de-obra é o principal componente do custo total do consórcio. Esse fato é atribuído ao uso intensivo de práticas manuais em todas as etapas do cultivo da seringueira e do cacau durante quase todo o ano e, também, aos altos encargos sociais incidentes sobre a folha de pagamento dos funcionários. Por sua vez, a absorção de mão-de-obra e, conseqüentemente, a contribuição para a geração de emprego e renda no meio rural são características que fazem com que o consórcio seringueira-cacau possa atender a um dos objetivos do MDL: contribuir para o desenvolvimento sustentável do país.

Vale ressaltar que os custos do consórcio seringueira-cacau podem variar de acordo com a região de execução do projeto, principalmente os custos relacionados à fertilização e aplicação de defensivos. Essa variação pode ser atribuída às características edafoclimáticas de cada local, ao tipo de material genético utilizado e, conseqüentemente, à suscetibilidade ao ataque de pragas e doenças às culturas.

Para o cenário em que foram considerados os créditos de carbono, verificou-se que o custo dos CERs foi equivalente a 0,6% do custo total do projeto por hectare. Como o custo dos CERs geralmente é fixo por projeto, pode-se inferir que este custo por hectare pode ser diluído de acordo com o tamanho da área do projeto ou a quantidade de CERs gerados. Além disso, como a comercialização de créditos de carbono é uma atividade nova no mercado, espera-se que, à medida que novos projetos forem aprovados e que as metodologias de quantificação de emissões e de reduções se tornarem mais simplificadas, esses custos sejam reduzidos, proporcionando assim uma maior viabilidade aos projetos de MDL.

### 3.1.4. Análise da viabilidade econômica pelos critérios VPL, TIR e VAE

Utilizando uma taxa anual de desconto de 10% para o período de 34 anos, observou-se que o projeto apresentou-se economicamente viável com e sem os créditos de carbono, de acordo com os três critérios analisados (Quadro 6).

**Quadro 6** – Viabilidade econômica pelos critérios VPL, TIR e VAE em R\$/ha para o consórcio seringueira-cacau sem e com os CERs, utilizando taxa de desconto de 10% a.a. e horizonte de planejamento de 34 anos

Cenários	VPL (R\$/ha)	TIR (%)	VAE (R\$/ha)
<b>Sem os CERs</b>	7.522,21	14,62	782,86
<b>Com os CERs</b>	12.856,05	24,12	1.337,98

VPL = Valor Presente Líquido; TIR = Taxa Interna de Retorno; VAE = Valor Anual Equivalente.

Os valores encontrados para os VPLs demonstraram que o consórcio seringueira-cacau proporcionou um lucro de R\$ 7.522,21/ha e R\$ 12.856,05/ha sem e com os créditos de carbono, respectivamente. Comparando os dois cenários, verificou-se aumento de 70% no VPL quando foram considerados os créditos de carbono. Assim, pode-se inferir que a inclusão de receitas oriundas dos créditos de carbono é uma alternativa capaz de aumentar a viabilidade do consórcio e de atuar como um atrativo ao investimento em projetos dessa natureza.

Conforme comentado anteriormente, é esperado que após a consolidação do mercado de créditos de carbono, prevista pelo Protocolo de Kyoto, o preço dos CERs aumente e que o custo do projeto para geração destes diminua. Isso, conseqüentemente, viabilizará ainda mais os projetos de créditos de carbono.

Utilizando o critério TIR, verificou-se que para o cenário sem a inclusão dos CERs a TIR foi de 14,62%, podendo ser considerada uma rentabilidade razoável. Porém, as altas taxas de juros no Brasil e a propensão aos riscos que os projetos florestais apresentam (ataque por doenças, pragas, fogo, etc.) são fatores que diminuem a sua atratividade, mesmo que tais projetos se apresentem viáveis. O aumento da TIR para 24,12% quando considerados os CERs indicou que os créditos de carbono proporcionaram uma ótima

rentabilidade ao capital, podendo ser considerado um atrativo ao investimento em projetos florestais.

Os valores encontrados para o VAE demonstraram que o projeto sem os CERs apresentou uma receita líquida anual de R\$ 782,86/ha; e com a inclusão dos CERs, a renda anual subiu para R\$ 1.337,98/ha. Com base nesses valores pode-se inferir que mesmo sem a inclusão dos CERs a rentabilidade anual do consórcio é boa, principalmente por se tratar de uma atividade que pode ser praticada por pequenos produtores rurais e que não exige o uso da mecanização, sendo os principais fatores de produção a terra e a mão-de-obra. Além disso, é uma atividade em que o produtor pode contar com a mão-de-obra familiar e, ainda, conciliar com outras atividades em sua propriedade.

### **3.2. Análise de sensibilidade**

Os resultados da análise de sensibilidade demonstraram que o VPL apresentou-se sensível às variações percentuais na taxa de juros, no custo de mão-de-obra e nos preços da borracha, do cacau e dos CERs. Dentre essas variáveis, as que mais afetaram a viabilidade do consórcio foram a taxa de juros e o preço do cacau (Quadro 7 e Figura 2).

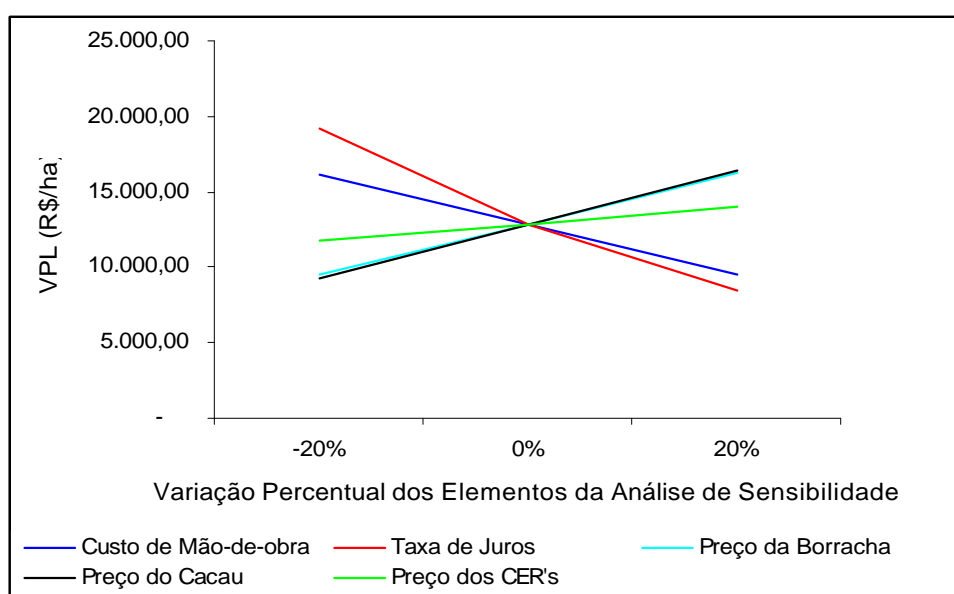
Observou-se que o decréscimo de 20% na taxa de juros ocasionou aumento de R\$ 12.856,05 para R\$ 19.222,79 no VPL, o que correspondeu a um acréscimo de 49% na viabilidade do projeto. A maior variação observada para o critério VPL devido às variações na taxa de juros comprova que a taxa de juros é um dos principais fatores que afetam a viabilidade econômica do consórcio. Isso ocorre em razão da natureza do fluxo de caixa deste tipo de projeto, em que os custos incidem do início ao fim e as receitas só passam a ocorrer posteriormente aos custos iniciais, geralmente após o 6<sup>o</sup> ano.

Por outro lado, o acréscimo de 20% no preço dos CERs aumentou a viabilidade do consórcio em apenas 8,5%. Isso pode ser explicado porque a receita proveniente dos CERs representa um montante menor quando comparado ao custo total do investimento; com isso, quando incorrem os juros, a receita dos CERs é menos afetada do que os custos do projeto. Outro fator é o prazo de incidência dos juros sobre as receitas e os custos. Como os CERs são negociados no ano 1, eles sofreram menor influência da taxa de desconto.

**Quadro 7** – Análise de sensibilidade para o VPL do cenário considerando a venda dos CERs, variando a uma taxa de -20% e +20%, nos custos e nas receitas do consórcio

Variáveis	VPL (R\$/ha)		
	-20%	0%	20%
Preço da Borracha	9.470,78	12.856,05	6.241,32
Preço do Cacau	9.291,12	12.856,05	16.420,98
Preço dos CERs	11.755,65	12.856,05	13.956,45
Taxa de Juros	19.222,79	12.856,05	8.516,33
Custo de Mão-de-obra	16.142,09	12.856,05	9.570,01

A maior influência da variável "preço do cacau" no critério VPL, em relação às variáveis preço da borracha e preço dos CERs, é justificada pelo montante das receitas advindas do produto.



**Figura 2** – Análise de sensibilidade do Valor Presente Líquido (VPL).

Por meio das análises realizadas utilizando-se a ferramenta "atingir meta" do programa Excel, verificou-se que, mantendo os custos de produção e a taxa de desconto de 10% a.a, o projeto será viável economicamente mesmo sem as receitas dos CERs.

Quando considerados os CERs, observou-se que o preço da borracha poderá sofrer redução de até 76%, que o projeto continuará viável. Para esta mesma situação, constatou-se que o preço do cacau poderá cair até 72% em

relação ao preço atual. Mesmo que a arroba de cacau fosse comercializada a R\$ 19,51, o projeto manter-se-ia viável.

Em relação ao item de custo mão-de-obra, que foi de R\$ 17,72/dia (considerando o salário de R\$ 260,00, encargos de 50% e 22 dias úteis por mês), observou-se que este valor poderá sofrer um acréscimo de até 78%, ou seja, atingir o valor de no máximo R\$ 31,59/dia, para que o projeto se mantenha viável.

### **3.3. O consórcio seringueira-cacau como projeto de MDL**

Do ponto de vista climático, o plantio do consórcio seringueira-cacau implicará a retirada de CO<sub>2</sub> da atmosfera, contribuindo em grande parte para a mitigação do efeito estufa. A possibilidade de esse tipo de atividade gerar CERs e ser elegível como projeto de MDL permitirá a obtenção de receitas extras no início do projeto, tornando-o mais rentável, uma vez que a maioria dos projetos florestais é de alto investimento e os retornos financeiros ocorrem a longo prazo.

Além de corresponder à principal premissa dos projetos de carbono – reduzir o CO<sub>2</sub> da atmosfera – o consórcio seringueira-cacau possui outras características que o tornam capaz de atender a um dos objetivos do MDL: contribuir para o desenvolvimento sustentável do país de implantação. Dentre essas características, destacam-se: o uso intensivo de mão-de-obra; o melhor aproveitamento da área de plantio, pois os espaçamentos entre as árvores de seringueira permitem o plantio de outras culturas intercalares; a possibilidade de obtenção de receitas praticamente o ano inteiro; e o melhor aproveitamento dos recursos naturais.

O potencial da atividade heveicultora de atender aos critérios de elegibilidade e indicadores de sustentabilidade e de contribuir para o desenvolvimento sustentável foi comprovado em estudo realizado por NISHI (2003). Segundo esse autor, a heveicultura apresentou maior contribuição para o desenvolvimento sustentável em relação às atividades de produção de resina e de celulose.



Vale ressaltar que cabe ao país "hospedeiro" do projeto definir seu conceito de sustentabilidade e confirmar se uma atividade de projeto contribui ou não para o seu desenvolvimento sustentável.

Uma outra particularidade favorável do consórcio seringueira-cacau à geração de créditos de carbono é o tempo de duração do projeto, ou seja, o tempo em que o carbono ficará armazenado naquele plantio. Tanto a seringueira quanto o cacau são culturas de ciclo longo (mais de 30 anos), que permitem a estocagem do carbono em sua biomassa por um grande período de tempo. Além disso, sua exploração econômica não implica o corte das árvores, o que provavelmente acarretaria emissões de CO<sub>2</sub> para a atmosfera.

É importante lembrar que, para que um projeto seja aprovado a gerar e comercializar CERs, ele deverá comprovar adicionalidade<sup>5</sup> em relação a uma linha de base<sup>6</sup>, ou seja, a quantidade de carbono no cenário com a implantação do projeto deverá ser superior à do cenário de referência.

Existem ainda muitas controvérsias e questionamentos quanto às definições estabelecidas para os projetos florestais no que se refere à geração de CERs. Acredita-se que a grande dificuldade esteja em estabelecer metodologias consistentes para a determinação da linha de base e em encontrar maneiras para quantificar as emissões e as reduções de carbono do projeto. Ainda há muitas dúvidas em relação à mensuração do carbono captado ou reduzido e quanto às emissões atribuídas à atividade do projeto. Além disso, os projetos florestais envolvem diversas variáveis ambientais, qualitativas e quantitativas de difícil mensuração.

Com isso, pode-se inferir que a valoração desse bem ambiental e o surgimento desse novo mercado acarretarão maior incentivo à pesquisa científica, de forma a suprir as incertezas quanto às definições e regulamentações para os projetos florestais e subsidiar o desenvolvimento de metodologias consistentes de quantificação de emissões e reduções.

Com a ratificação do Protocolo de Kyoto pela Rússia no final de 2004, finalmente foram atingidos todos os requisitos para que este entrasse em vigor, mesmo sem o apoio dos Estados Unidos, que sozinhos são responsáveis por

---

<sup>5</sup> É a redução de emissão, ou o aumento de remoção, de forma adicional ao que ocorreria na ausência do projeto.

<sup>6</sup> É o cenário que representa as emissões antrópicas que ocorreriam na ausência do projeto.

36,1% das emissões. No entanto, é de se esperar que a implementação de projetos para geração de créditos de carbono se torne uma arma poderosa para orientar um determinado número de investimentos nos países em desenvolvimento.

Nesse contexto, é possível inferir que o Brasil poderá obter tanto ganhos ambientais quanto econômicos com esse mercado. As condições edafoclimáticas, a disponibilidade de terras e de mão-de-obra, e o domínio de tecnologia são fatores que permitem ao país captar recursos do MDL e contribuir significativamente para a mitigação do efeito estufa. Além do mais, a execução de projetos envolvendo o consórcio seringueira-cacau criará possibilidades para que o país volte a ocupar uma das primeiras posições no *ranking* dos exportadores de cacau e deixe de ser importador de borracha.

#### 4. CONCLUSÕES

Diante dos resultados apresentados neste trabalho, pode-se concluir que:

- O estoque de carbono estimado do consórcio seringueira-cacau aos 34 anos, é de 106,91 tC/ha, o que corresponde a 393 CERs/ha.
- O custo de manutenção é o principal componente do custo total do consórcio, representando 53% deste.
- O custo de transação do projeto dos CERs, por hectare, corresponde a 0,6% do custo total.
- O custo da mão-de-obra é responsável por 61% do custo total do consórcio, sendo 50% referente à sangria.
- O consórcio mostra-se uma atividade economicamente viável para os cenários com e sem os CERs.
- Os CERs aumentam em 70% a viabilidade do consórcio quanto ao critério do VPL, o que torna o empreendimento mais atrativo.
- A taxa de juros é o item que mais afeta a viabilidade econômica do consórcio.
- Para o cenário que considera a venda dos CERs mantendo o preço do cacau, o preço da borracha pode sofrer redução de até 76%, que ainda assim o projeto continua viável.
- Para o cenário que considera a venda dos CERs mantendo o preço da borracha, o preço do cacau pode sofrer uma redução de até 72%, que ainda assim o projeto continua viável.
- Para o cenário que considera a venda dos CERs mantendo os preços da borracha e do cacau, o custo da mão-de-obra pode sofrer acréscimo de até 78%, que ainda assim o projeto continua viável.
- O consórcio é uma opção de projeto com potencial de aprovação pela Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, na modalidade de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, proposta no Protocolo de Kyoto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2004 - **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2004. 456 p.

ALBRECHT, A.; KANDJI, S. T. Carbon sequestration in tropical agroforestry systems. **Agricultural, Ecosystems and Environment**, 99, p. 15-27, 2003.

BORRACHA NATURAL BRASILEIRA – Borracha via e-mail: Ano V, nº 203, 23 de novembro de 2004. Disponível em <http://www.borrachanatural.agr.br/borrachaviaemail/html/i041123.htm>. Acesso em: 19 nov. 2004.

BUARQUE . C. **Avaliação econômica de projetos**: uma apresentação didática. Rio de Janeiro: Campus, 1991. 266 p.

CEBDS – CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo**. Rio de Janeiro, 2001. 35 p.

COSTA, P. M.; SILVA, N.; AUKLAND, L. **Plantações e a mitigação de efeito estufa: análise resumida**. [Rio de Janeiro]: 2000. Disponível em: <<http://www.ecosecurities.com/300publications.htm>>. Acesso em: 30 out. 2003.

DEWAR, R.C.; CANNELL, M.G.R. Carbon sequestration in the trees, products and soils of forest plantations: an analysis using UK examples. **Tree Physiology**, v. 11, n. 1, p. 49-71, 1992.

FACE. Forest absorbing carbon dioxide emission. **Annual Report**. 1993. Arnheim: Netherlands, 1994.

FEARNSIDE, P. M. Biomassa das florestas amazônicas brasileiras. In: SEMINÁRIO EMISSÃO X “SEQÜESTRO” DE CO<sub>2</sub>: uma nova oportunidade de negócios para o Brasil, 1994, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: CVRD, 1994. p.95-124.

FERREIRA NETO, J. **Estimativa de custo de produção de seringais de cultivo nos estados do Espírito Santo e Minas Gerais**. 1985. 68 p. Dissertação (Mestrado em Administração Rural) - Escola Superior de Agricultura de Lavras. Lavras, MG, 1985.

GRAMACHO, I. C. P.; MAGNO, A.E.S., MANDARINO, E.P.; MATOS, A. **Cultivo e beneficiamento do cacau na Bahia**. Ilhéus: CEPLAC, 1992. 124p.

HAMEL, O.; ESCHBACH, J. M. Impact potential du mécanisme de développement prope dans l’avenir des cultures pérennes: état des négociations internationales et analyse prospective a travers l’exemple de la filière de production du caoutchouc naturel. **OCL**, Montpellier, v. 8, n.6, p. 599-610, 2001.

HAITES, E. **Estimating the market potential for the clean development mechanism: review of models and lessons learned.** Washington DC, 2004. 102 p. Disponível em : <<http://carbonfinance.org/docs/EstimatingMarketPotential.pdf>> Acesso em: 10 nov. de 2004.

INTERNATIONAL COCOA ORGANIZATION (2004). Daily Cocoa Bean Prices. Disponível em: <<http://www.icco.org/prices/prices.htm>> Acesso em: 16 out. 2004.

LECOCQ, F. **State and trends of carbon market. 2004.** Washington DC, 2004. 42p. Disponível em: <<http://carbonfinance.org/docs/CarbonMarketStudy2004.pdf>> Acesso em: 10 nov. 2004.

LIMA JÚNIOR, V. B. **Determinação da taxa de desconto para uso na avaliação de projetos de investimentos florestais.** 1995. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1995.

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

NISHI, M.H. **O MDL e o atendimento aos critérios de elegibilidade e indicadores de sustentabilidade por diferentes atividades florestais.** 2003. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003.

NOGUEIRA, L. A. H.; TROSSERO, M. A. Seqüestro de carbono por sistemas dendroenergéticos. **Biomassa e Energia**, v.1, n.2, p. 131-144, 2004.

PANDEY, D. N. Carbon sequestration in agroforestry systems. **Climate Policy**, 2, p 367-377, 2001.

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

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. Problemas com o horizonte de planejamento na avaliação de projetos florestais. **Revista Árvore**, v.24, n.2, p. 127-134, 2000.

ROCHA, M. T. **Aquecimento global e o mercado de carbono: uma aplicação do modelo CERT.** 2003, 213 p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ. Piracicaba, SP, 2003.

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

SEBRAE - MG. **Plano de negócios: manual do aprendiz.** Minas Gerais, 2002. 146p.

SILVA, M. L.; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R. **Economia florestal.** Viçosa: Editora UFV, 2002.178 p.

SILVA NETO, P.J.; MELO; A. C. G.; SANTOS, M.M. Sistema agroflorestal cacauzeiro (*Theobroma cacao L*) e mogno (*Swietenia macrophylla*) em Medicilândia, Pa. In: CONGRESSO BRASILEIRO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2., 1998, Belém. **Anais...** Belém: EMBRAPA/CAPTU, 1998. p. 146-149.

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

TEIXEIRA, L.B.; OLIVEIRA, R. F. **Biomassa vegetal e carbono orgânico em capoeiras e agroecossistemas no Nordeste do Pará.** Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental, 1999. 21 p. (Boletim de Pesquisa, 6)

VIRGENS FILHO, A. C. **Programa de desenvolvimento do agronegócio da borracha no Estado da Bahia - PRODEAB.** [Ilhéus]: CEPLAC, 2002. 119 p.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1



**Figura 1A** – Desgalhamento da árvore de seringueira.



**Figura 1B** – Separação dos galhos e das folhas da seringueira.





**Figura 1C** – Pesagem das folhas.



**Figura 1D** – Retirada de amostra (disco) da raiz pivotante da seringueira.



**Figura 1E** – Abertura de trincheira para coleta de raízes laterais de seringueira e de cacau.



**Figura 1F** – Retirada da raiz pivotante da seringueira.



**Figura 1G** – Secagem das amostras em estufa.



**Figura 1H** – Pesagem da amostra da raiz pivotante de seringueira.

## ANEXO 2

ANO	CUSTOS DO CONSÓRCIO (R\$/HA)/ATIVIDADES					
	Implantação		Manutenção		Produção	
	Preparo da área	Mudas	Plantio	Tratos culturais	Sangria	Colheita e beneficiamento do cacau
0	913,56	1.050,00	897,30	-	-	-
1	-	-	-	1.351,00	-	-
2	-	-	-	1.042,68	-	-
3	-	-	-	1.132,68	-	-
4	118,88	612,50	1.257,19	985,76	-	-
5	-	-	-	1.129,34	-	-
6	-	-	-	1.546,1	-	-
7	-	-	-	1.532,22	1.460,00	-
8	-	-	-	1.593,06	1.162,00	35,44
9	-	-	-	1.807,94	1.172,00	177,20
10	-	-	-	1.678,48	1.162,00	212,64
11	-	-	-	1.678,48	1.172,00	212,64
12	-	-	-	1.893,36	1.450,00	212,64
13	-	-	-	1.678,48	1.172,00	318,96
14	-	-	-	1.678,48	1.162,00	761,96
15	-	-	-	1.893,36	1.172,00	761,96
16	-	-	-	1.678,48	1.162,00	761,96
17	-	-	-	1.678,48	1.460,00	761,96
18	-	-	-	1.893,36	1.162,00	761,96
19	-	-	-	1.678,48	1.172,00	761,96
20	-	-	-	1.678,48	1.162,00	761,96
21	-	-	-	1.893,36	1.172,00	761,96
22	-	-	-	1.678,48	1.450,00	761,96

23	-	-	-	1.678,48	1.172,00	761,96
24	-	-	-	1.893,36	1.162,00	761,96
25	-	-	-	1.678,48	1.172,00	761,96
26	-	-	-	1.678,48	1.162,00	761,96
27	-	-	-	1.893,36	1.460,00	761,96
28	-	-	-	1.678,48	1.162,00	761,96
29	-	-	-	1.678,48	1.172,00	761,96
30	-	-	-	1.893,36	1.162,00	761,96
31	-	-	-	1.678,48	1.172,00	761,96
32	-	-	-	1.678,48	1.450,00	761,96
33	-	-	-	1.893,36	1.172,00	761,96
34	-	-	-	1.678,48	1.162,00	761,96
<b>TOTAL</b>	<b>1.032,44</b>	<b>1.662,50</b>	<b>2.154,49</b>	<b>55.801,82</b>	<b>34.404,00</b>	<b>17.170,68</b>

Fonte: CEPLAC e VIRGENS FILHO (2002).