

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CLECI GRZEBIELUCKAS

**A INFLUÊNCIA DOS CUSTOS AMBIENTAIS EXTERNOS NA PRODUÇÃO  
AGRÍCOLA: ESTUDO COMPARATIVO ENTRE FRUTOS DO CERRADO E  
PECUÁRIA LEITEIRA**

FLORIANÓPOLIS

2010

CLECI GRZEBIELUCKAS

**A INFLUÊNCIA DOS CUSTOS AMBIENTAIS EXTERNOS NA PRODUÇÃO  
AGRÍCOLA: ESTUDO COMPARATIVO ENTRE FRUTOS DO CERRADO E  
PECUÁRIA LEITEIRA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Engenharia de Produção.

Orientadora: Prof.a Dr.a Lucila Maria de Souza Campos

FLORIANÓPOLIS

2010

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária da  
Universidade Federal de Santa Catarina

G895i Grzebieluckas, Cleci

A influência dos custos ambientais externos na produção agrícola [tese] : estudo comparativo entre frutos do cerrado e pecuária leiteira / Cleci Grzebieluckas ; orientadora, Lucila Maria de Souza Campos. - Florianópolis, SC, 2010.  
223 p. : il., grafs., tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

Inclui referências

1. Engenharia de produção. 2. Meio ambiente - Custos. 3. Efeito estufa. 4. Frutas. 5. Cerrados. I. Campos, Lucila Maria de Souza. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. III. Título.

CDU 658.5

CLECI GRZEBIELUCKAS

**A INFLUÊNCIA DOS CUSTOS AMBIENTAIS EXTERNOS NA PRODUÇÃO  
AGRÍCOLA: ESTUDO COMPARATIVO ENTRE FRUTOS DO CERRADO E  
PECUÁRIA LEITEIRA**

Esta tese de doutorado foi julgada adequada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutora em Engenharia de Produção e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.

---

Prof. Dr. Antônio Cezar Bornia  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

BANCA EXAMINADORA

---

Dr.a Anete Alberton  
Univali

---

Dr. Aldo Roberto Ometto  
USP

---

Dr. Antônio Cezar Bornia  
UFSC

---

Dr.a Lucila Maria de Souza Campos  
UFSC (orientadora)

---

Ph.D. Paulo Maurício Selig  
UFSC (coorientador)

---

Dr.a Sueli Matiko Sano  
Embrapa Cerrados

Florianópolis, 23 de novembro de 2010.

Dedico esta tese ao meu filho, Denny, com todo amor e agradecimento pela paciência e compreensão, que, diante da presença física, “porém ausente”, sempre me perguntava: “Mãe, quando acabares o teu trabalho, tu vais brincar comigo?”.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar força, sabedoria e determinação mesmo nos momentos mais difíceis dessa trajetória.

Ao Parque Ecológico de Florianópolis, fonte de luz e inspiração.

À professora Lucila, pela orientação, apoio e compreensão. Obrigada por acreditar em mim, dando-me esta oportunidade. Ao professor Selig, pelas valiosas sugestões que muito contribuíram para esta tese. Ao professor Bornia, pelo apoio, atenção, sugestões e orientações.

Ao Sr. Clóvis e família (Frutos do Cerrado), que me ensinou a valorizar a beleza e a importância do Cerrado e também pelo apoio e oportunidade de fazer esta pesquisa. Ao Sr. José Carlos (Seagro, Arenópolis-GO), pelo apoio logístico. Aos participantes da pesquisa, os senhores Luiz Augusto e família e Flávio Junior Vilela e família, muito obrigada.

A Shirley, pela amizade e cumplicidade em todos os momentos de alegrias e preocupações. Aos colegas de disciplinas e publicações Marcos, Alceu e Elton. A Terezinha, mesmo com pouco tempo de convivência, mas os momentos que estivemos juntas foram muito valiosos para a troca de experiências.

E também aos muitos que contribuíram, professor Verdinelli, professor Rogério Edson e professora Giuliana Velasco, minha eterna gratidão.

Aos membros da banca examinadora, pelas críticas e sugestões que contribuíram para o enriquecimento deste trabalho.

À Universidade do Estado de Mato Grosso, representada pelo professor Ariel e pelo professor Paulo Alberto, que contribuíram com o processo de afastamento.

Ao CNPQ, pelo apoio financeiro por meio do projeto de pesquisa, e à Fapemat, pelo apoio financeiro através de bolsa.

Aos familiares, alicerce e fonte de energia e estímulo, que souberam compreender os momentos de ausência e preocupações.

Aos meus pais, Juliana e André (*in memoriam*), pela vida e ensinamentos morais e éticos.

Muito obrigada!

“As árvores são nosso pulmão, os rios nosso sangue,  
o ar é nossa respiração, e a Terra, nosso corpo.”

Deepak Chopra

“A natureza não faz milagres; faz revelações.”

Carlos Drummond de Andrade

“A natureza é o único livro que oferece um conteúdo  
valioso em todas as suas folhas.”

Johan Wolfgang von Goethe

## RESUMO

O objetivo geral desta pesquisa foi avaliar a influência dos custos ambientais externos na produção agrícola com o plantio de frutos nativos do Cerrado e com a pecuária leiteira. As plantas estudadas foram a mangaba (*Hancornia speciosa Gomez*), com quatro anos de plantio, e o murici (*Byrsonima verbascifolia Rich. ex. Juss*), com três anos de plantio. O estudo foi realizado em Arenópolis, estado de Goiás, a 280 km da capital Goiânia-GO. Os dados da produção de frutos e da pecuária leiteira foram obtidos por meio de entrevistas, roteiros estruturados e participação em dia de campo. Os dados dos custos externos foram obtidos com base em estudos que mediram os custos externos da agricultura em regiões de Cerrado, sendo adaptadas algumas fórmulas de cálculo. Também foi estimado o carbono das plantas frutíferas, incluído nas análises com frutos. Fizeram parte da análise os custos externos da degradação ambiental, da contaminação da água e dos gases de efeito estufa dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). As análises foram feitas por meio de demonstrações de resultados e fluxos de caixa, que, para avaliar a influência dos custos externos da produção frutífera, foram criados cenários com e sem a inclusão dos créditos de carbono (CERs) e os custos externos (CEs). Já na pecuária leiteira foram criados cenários com e sem a inclusão dos CEs. A mangaba e o murici geraram, respectivamente, 3,02 e 2,69 toneladas de carbono por hectare. O valor dos CERs foram incluídos nas análises, os quais produziram um aumento de 0,7% no VPL com o cultivo da mangaba e 1% com o do murici. A análise conjunta sem a inclusão dos CERs e dos CEs mostrou que todas as atividades são viáveis economicamente. Com uma taxa mínima de retorno de (TMA) de 9%, a mangaba apresentou VPL de R\$ 55.772/ha/ano, o murici de R\$ 46.746/ha/ano e a pecuária leiteira de R\$ 10.192/ha/ano. Quando incluídos nas análises os CERs e os CEs, o VPL da mangaba e o do murici sofreram, respectivamente, uma redução de 7,27% e 8,6%. Na pecuária leiteira, quando acrescentados os CEs, o VPL foi reduzido em 53,24%. Embora todas as atividades apresentassem viabilidade econômica, a frutífera, principalmente a mangaba, apresentou melhor rentabilidade, indicando um cenário econômico positivo e mais sustentável a favor da diversificação e da preservação do Cerrado.

Palavras-chave: Custos ambientais externos. Gases de efeito estufa. Frutos nativos do Cerrado.



## ABSTRACT

The general objective of this study was to evaluate the influence of external environmental costs on agricultural production with the cultivation of fruits native to the Brazilian Cerrado region and from dairy cow production. The plants studied were the *mangaba* (*Hancornia speciosa* Gomez) after 4 years of planting and the *murici* (*Byrsonima verbascifolia* Rich. ex. Juss) after 3 years of planting. This study was carried out in Arenópolis, Goiás, Brazil, 280 km from the state capital Goiânia, GO. The fruit and dairy production data was obtained through interviews, structured scripts, and participation in the field. The external cost data was obtained based on studies which measured the external agricultural costs in Cerrado regions, with some adapted calculation formulas. The carbon of the fruit-bearing plants was estimated and included in the fruit analyses. Environmental degradation, water contamination, and greenhouse gases carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), methane (CH<sub>4</sub>), and nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) were part of the external cost analyses. Analyses were carried out through means of profit and cash flow statements. In order to evaluate the influence of external costs on the production of fruit, scenarios with or without including carbon credits (CERs) and external costs (CEs) were created. In dairy production, scenarios including and excluding external costs were considered. The mangaba and murici respectively generated 3.02 and 2.69 tons of carbon per hectare. The value of the (CERs) were included in analyses and they produced a 0.7% increase in the VPL through planting mangaba and 1% planting murici. The collective analysis without including the CERs and CEs has shown that all the activities are economically viable. With a minimum rate of return (TMA) of 9%, the mangaba presented a VPL of R\$ 55,772/ha/year, the murici R\$ 46,746/ha/year, and the dairy production R\$ 10,192/ha/year. When including the CERs, CEs, and VPL into analysis, the mangaba and murici respectively underwent a reduction of 7.27% and 8.6%. In dairy production, when adding the CEs, the VPL is reduced 53.24%. While all the activities are economically viable, fruit crops, principally mangaba, presented greater profitability, indicating a positive and more sustainable economic scenario, in favor of the diversification and preservation of the Cerrado.

Key words: External environmental costs. Greenhouse gases. Native Cerrado fruit.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – CUSTOS <i>VERSUS</i> BENEFÍCIOS PELO USO DOS RECURSOS NATURAIS .....	52
FIGURA 2– GASES RESPONSÁVEIS PELO EFEITO ESTUFA EM NÍVEL MUNDIAL	60
FIGURA 3 – ORIGEM DAS EMISSÕES DE CO <sub>2</sub> NO BRASIL EM 1990.....	63
FIGURA 4 – ORIGEM DAS EMISSÕES DE CO <sub>2</sub> NO BRASIL EM 2005.....	63
FIGURA 5 – ORIGEM DAS EMISSÕES DE CH <sub>4</sub> NO BRASIL EM 1990.....	64
FIGURA 6 – ORIGEM DAS EMISSÕES DE CH <sub>4</sub> NO BRASIL EM 2005.....	64
FIGURA 7 – ORIGEM DAS EMISSÕES DE N <sub>2</sub> O NO BRASIL EM 1990 .....	65
FIGURA 8 – ORIGEM DAS EMISSÕES DE N <sub>2</sub> O NO BRASIL EM 2005 .....	66
FIGURA 9 – FOMENTO DO PROTOCOLO DE QUIOTO AO DESENVOLVIMENTO SOCIAL E AMBIENTAL BRASILEIRO .....	70
FIGURA 10 – PASSOS BÁSICOS DO PROCESSO DA ACC .....	77
FIGURA 11 – ROTEIRO DE AVALIAÇÃO NA ACC.....	78
FIGURA 12 – ESPECTRO DOS CUSTOS INTERNOS E EXTERNOS.....	83
FIGURA 13 – TIPOS DE CUSTOS INCORRIDOS PELA EMPRESA E POR OUTROS AFETADOS PELOS IMPACTOS AMBIENTAIS .....	85
FIGURA 14 – ESTRUTURA DE CUSTOS DA ONTARIO HYDRO.....	87
FIGURA 15 – IMPACTOS DAS ATIVIDADES HUMANAS NO SOLO .....	91
FIGURA 16 – NÍVEIS DE PRODUTIVIDADE EM SOLOS FÉRTEIS E DEGRADADOS	93
FIGURA 17 – <i>DESIGN</i> DA PESQUISA .....	113
FIGURA 18 – CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	114
FIGURA 19 – PRINCIPAIS CATEGORIAS DE CUSTOS INTERNOS E EXTERNOS ...	117
FIGURA 20 – BIOMAS BRASILEIROS.....	135
FIGURA 21 – CARACTERÍSTICAS DO CERRADO.....	136
FIGURA 22 – AQUÍFERO GUARANI E SUAS FRONTEIRAS .....	137
FIGURA 23 – QUEIMADAS NO CERRADO .....	138
FIGURA 24 – <i>HOTSPOTS</i> MUNDIAIS .....	139
FIGURA 25 – DESMATAMENTO NA REGIÃO AMAZÔNICA EM SETEMBRO DE 2008 .....	142
FIGURA 26 – PALESTRA SOBRE PLANTAÇÃO DE MANGABA E MURICI NO DIA DE CAMPO.....	145

FIGURA 27 – COLHEITA DO MURICI NO DIA DE CAMPO .....	146
FIGURA 28 – VISITAS ÀS PROPRIEDADES PRODUTORAS DE LEITE.....	152
FIGURA 29 – MEDIDAS APLICADAS NA FÓRMULA PARA DETERMINAR O CARBONO DA PLANTA .....	162
FIGURA 30 – MEDIDAS DA ALTURA E DA CIRCUNFERÊNCIA DA MANGABA ...	162
FIGURA 31 – MEDIDAS DA ALTURA E DA CIRCUNFERÊNCIA DO MURICI.....	163
FIGURA 32 – VPL (HA) DA MANGABA COM OS CERS E OS CES .....	171
FIGURA 33 – VPL (HA) DO MURICI.....	173
FIGURA 34 – VPL DA PECUÁRIA LEITEIRA.....	175

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – ÍNDICES DAS CULTURAS DE EUCALIPTO, PECUÁRIA LEITEIRA E EUCALIPTO E PECUÁRIA LEITEIRA .....	36
TABELA 2 – QUANTIDADE DE CARBONO, CO <sub>2</sub> SEQUESTRADO E RECEITAS DA VENDA DOS CERS POR HECTARE.....	36
TABELA 3 – ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA COM AS CULTURAS DE SERINGUEIRA, EUCALIPTO E PÍNUS .....	37
TABELA 4 – VALOR DOS BENS E SERVIÇOS AMBIENTAIS DE USO DIRETO, INDIRETO DE OPÇÃO E DE EXISTÊNCIA .....	58
TABELA 5 – GASES DE EFEITO ESTUFA INFLUENCIADOS PELAS ATIVIDADES HUMANAS.....	60
TABELA 6 – TEMPOS DE VIDA E POTENCIAIS DE AQUECIMENTO NA TERRA DOS PRINCIPAIS GEES EM TRÊS HORIZONTES TEMPORAIS.....	61
TABELA 7 – MODELOS DE EQUAÇÕES ALOMÉTRICAS PARA CÁLCULO DA BIOMASSA ACIMA DO SOLO.....	73
TABELA 8 – POTENCIAL DE AQUECIMENTO GLOBAL (GLOBAL WARMING POTENTIAL – GWP) RELATIVO AO CO <sub>2</sub> PARA UM PERÍODO DE CEM ANOS E CARBONO EQUIVALENTE.....	74
TABELA 9 – CUSTOS EXTERNOS AMBIENTAIS E DE SAÚDE DA AGRICULTURA DO REINO UNIDO EM € (MILHÕES) 1996.....	95
TABELA 10 – VALOR MONETÁRIO ESTIMADO EM € MILHÕES PARA OS CUSTOS OU BENEFÍCIOS AGRÍCOLAS EM 2003 EM CINCO PAÍSES.....	96
TABELA 11 – VALOR DAS EMISSÕES EM TONELADAS, PREÇO MÉDIO E TOTAL EM (€ MILHÕES) DOS CUSTOS SOCIAIS GERADOS PELOS GASES DE EFEITO ESTUFA PRODUZIDOS PELA AGRICULTURA EM CINCO PAÍSES .....	98
TABELA 12 – PARTICIPAÇÃO DE CADA GEE E DE OUTROS COMPONENTES SOBRE OS CUSTOS EXTERNOS DO SETOR AGRÍCOLA.....	99
TABELA 13 – NÍVEIS MÉDIOS DE METANO (CH <sub>4</sub> ) E PRODUÇÃO LEITEIRA EM OITO CONTINENTES .....	100
TABELA 14 – CUSTOS EXTERNOS DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA DOS ESTADOS UNIDOS EM 2002 (MILHÕES DE DÓLARES).....	101

TABELA 15 – CUSTOS EXTERNOS ANUAIS DA PRODUÇÃO DE SAFRA AGRÍCOLA DE 2002 NOS ESTADOS UNIDOS.....	102
TABELA 16 – COMPARAÇÃO DAS EMISSÕES ENTRE A ATIVIDADE CONVENCIONAL E A DE DE MARKE.....	104
TABELA 17 – CUSTOS AMBIENTAIS EXTERNOS DA PRODUÇÃO DE LEITE CONVENCIONAL E AMBIENTALMENTE CORRETA.....	104
TABELA 18 – CUSTOS AMBIENTAIS EXTERNOS DA PRODUÇÃO DE LEITE CONVENCIONAL E AMBIENTALMENTE CORRETA.....	105
TABELA 19 – CUSTOS AMBIENTAIS EXTERNOS DA PRODUÇÃO DE BATATAS CONVENCIONAL E AMBIENTALMENTE CORRETA.....	105
TABELA 20 – AVALIAÇÃO COMPARATIVA DOS CUSTOS COM ATIVIDADES CONVENCIONAIS AMBIENTALMENTE CORRETAS SEM E COM A INCLUSÃO DOS CUSTOS AMBIENTAIS EXTERNOS .....	106
TABELA 21 – CUSTOS CONVENCIONAIS E AMBIENTAIS INTERNOS E EXTERNOS DO PLANTIO DE SOJA E MILHO PELOS SISTEMAS CONVENCIONAL E DIRETO	107
TABELA 22 – FLUXO DE CO <sub>2</sub> KG/HA/ANO DO SOLO ESTIMADO PELOS MÉTODOS AA E IRGA EM DIFERENTES SISTEMAS.....	109
TABELA 23 – <i>HOTSPOTS</i> : ÁREAS CONSIDERADAS DE ALTA BIODIVERSIDADE E ENDÊMICAS, PRIORITÁRIAS DE PRESERVAÇÃO .....	140
TABELA 24 – EXTENSÃO ORIGINAL, HÁBITAT REMANESCENTE E PORCENTAGEM DO HÁBITAT RESTANTE PARA CADA <i>HOTSPOT</i> .....	141
TABELA 25 – VALOR DOS BENS, VIDA ÚTIL, TAXA DE DEPRECIAÇÃO, VALOR RESIDUAL E VALOR DA DEPRECIAÇÃO .....	148
TABELA 26 – CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO DA PRODUÇÃO DE MANGABA E MURICI (R\$) .....	149
TABELA 27 – CÁLCULO DO CUSTO EXTERNO (HECTARE) DO CO <sub>2</sub> .....	151
TABELA 28 – VALOR DOS BENS, VIDA ÚTIL, TAXA DE DEPRECIAÇÃO, VALOR RESIDUAL E VALOR DA DEPRECIAÇÃO DA PECUÁRIA LEITEIRA.....	153
TABELA 29 – CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO DA PECUÁRIA LEITEIRA (RS).....	154
TABELA 30 – CÁLCULO DOS CUSTOS EXTERNOS (HECTARE) DO CH <sub>4</sub> .....	157
TABELA 31 – CÁLCULO DO CUSTO EXTERNO (HECTARE) DO N <sub>2</sub> O.....	157
TABELA 32 – PRODUÇÃO E RECEITA DE MANGABA E MURICI ANOS 2009 E 2010 .....	160

TABELA 33 – QUANTIDADE ESTIMADA DE CARBONO POR HECTARE PARA A MANGABEIRA (QUATRO ANOS DE IDADE) E MURICI (TRÊS ANOS DE IDADE) CULTIVADOS EM ARENÓPOLIS (GO) .....	163
TABELA 34 – DEMONSTRAÇÃO DO RESULTADO DA PRODUÇÃO DE MANGABA R\$ HECTARE/ANO .....	164
TABELA 35 – DEMONSTRAÇÃO DO RESULTADO DA PRODUÇÃO DE MANGABA COM A INCLUSÃO DOS CRÉDITOS DE CARBONO E DOS CUSTOS EXTERNOS R\$ HECTARE/ANO .....	165
TABELA 36 – DEMONSTRAÇÃO DO RESULTADO DA PRODUÇÃO DE MURICI R\$/HECTARE/ANO .....	166
TABELA 37 – DEMONSTRAÇÃO DO RESULTADO DA PRODUÇÃO DO MURICI COM A INCLUSÃO DOS CRÉDITOS DE CARBONO E DOS CUSTOS EXTERNOS R\$/HECTARE/ANO .....	166
TABELA 38 – DEMONSTRAÇÃO DO RESULTADO DA PECUÁRIA LEITEIRA R\$/HECTARE/ANO .....	168
TABELA 39 – DEMONSTRAÇÃO DO RESULTADO DA PECUÁRIA LEITEIRA COM A INCLUSÃO DOS CUSTOS EXTERNOS HECTARE/ANO.....	168
TABELA 40 – FLUXOS DE CAIXA DA MANGABA SEM E COM OS CRÉDITOS DE CARBONO (CERS) E OS CUSTOS EXTERNOS (CES) .....	170
TABELA 41 – FLUXOS DE CAIXA DO MURICI SEM E COM OS CRÉDITOS DE CARBONO (CERS) E OS CUSTOS EXTERNOS (CES) .....	172
TABELA 42 – ANÁLISE COMPARATIVA DO VPL ENTRE O ESTUDO DE NISHI ET AL. (2005) E O PRESENTE ESTUDO .....	173
TABELA 43 – FLUXOS DE CAIXA DA PECUÁRIA LEITEIRA SEM E COM OS CUSTOS EXTERNOS (CES).....	174
TABELA 44 – SIMULAÇÃO DO VPL (HA) COM TMAS DE 4, 7, 10, 13 E 20% .....	176
TABELA 45 – AVALIAÇÃO CONJUNTA DOS FLUXOS DE CAIXA DO CULTIVO DE FRUTOS E DA PECUÁRIA LEITEIRA.....	176
TABELA 46 – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE COM AS TRÊS ATIVIDADES AGRÍCOLAS (CUSTOS E RECEITAS NORMAIS/HA) .....	177

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – VALOR ECONÔMICO DOS RECURSOS AMBIENTAIS (VERA).....	39
QUADRO 2 – RESUMO DOS MÉTODOS DIRETOS DE VALORAÇÃO AMBIENTAL.	42
QUADRO 3 – RESUMO DOS MÉTODOS DIRETOS DE VALORAÇÃO AMBIENTAL.	46
QUADRO 4 – SERVIÇOS AMBIENTAIS E FUNÇÕES DO ECOSISTEMA .....	48
QUADRO 5 – A MÉDIA DE DISPOSIÇÃO A PAGAR PARA A BIODIVERSIDADE E O HÁBITAT DOS SERVIÇOS E VALORES .....	53
QUADRO 6 – ESTUDOS SOBRE VALORAÇÃO DE BENS E SERVIÇOS AMBIENTAIS DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NO BRASIL, NO PERÍODO DE 1994 A 2003 ...	54
QUADRO 7 – ESTUDOS SOBRE VALORAÇÃO DE BENS E SERVIÇOS AMBIENTAIS NO PERÍODO DE 2003 A 2008.....	55
QUADRO 8 – MODELOS DE EQUAÇÕES LINEARES E NÃO LINEARES PARA O CÁLCULO DO CARBONO.....	72
QUADRO 9 – CUSTOS AMBIENTAIS INTERNOS E EXTERNOS.....	80
QUADRO 10 – CUSTOS INCORRIDOS PELAS EMPRESAS.....	82
QUADRO 11 – GUIA DAS DESPESAS AMBIENTAIS DA ONTARIO HYDRO.....	88
QUADRO 12 – VISÃO GERAL DOS CENÁRIOS .....	103
QUADRO 13 – CONSTRUTO DOS CUSTOS OCULTOS REGULATÓRIOS: INTERNOS .....	119
QUADRO 14 – CONSTRUTO DOS CUSTOS OCULTOS PREPARATÓRIOS: INTERNOS .....	120
QUADRO 15 – CONSTRUTO DOS CUSTOS OCULTOS VOLUNTÁRIOS: INTERNOS .....	121
QUADRO 16 – CONSTRUTO DOS CUSTOS DE CONTINGÊNCIAS: INTERNOS.....	122
QUADRO 17 – CONSTRUTO DOS CUSTOS INTANGÍVEIS: INTERNOS.....	123
QUADRO 18 – CONSTRUTO DAS EXTERNALIDADES GERADAS PELA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL.....	126
QUADRO 19 – VALOR DOS SERVIÇOS AMBIENTAIS PARA O BIOMA MATA ATLÂNTICA .....	128
QUADRO 20 – VALOR DOS SERVIÇOS AMBIENTAIS PARA O BIOMA CERRADO	128
QUADRO 21 – FÓRMULA PARA O CÁLCULO DA DEGRADAÇÃO DOS SERVIÇOS AMBIENTAIS .....	129

QUADRO 22 – CONSTRUTO DAS EXTERNALIDADES GERADAS PELA CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA.....	130
QUADRO 23 – CONSTRUTO DAS EXTERNALIDADES GERADAS PELAS EMISSÕES DOS GASES DE EFEITO ESTUFA (GEES).....	132
QUADRO 24 – CÁLCULO DOS CUSTOS EXTERNOS DA DEGRADAÇÃO AMBIENTAL.....	150
QUADRO 25 – CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO, MANUTENÇÃO E EXTERNOS DAS ATIVIDADES FRUTÍFERAS E LEITEIRA .....	158



## LISTA DE SIGLAS

Cepa	– Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola
Conseleite-SC	– Conselho Paritário de Produtores Rurais e Indústrias de Leite do Estado de Santa Catarina
CI-Brasil	– Conservação Internacional
CQNUMC	– Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima
Ecociente	– Planejamento e Gestão Socioambiental
Embrapa	– Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPA	– Environmental Protection Agency
Faeg	– Federação da Agricultura e Pecuária de Goiás
FAO	– Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
Funatura	– Fundação Pró-Natureza
GEEs	– Gases de Efeito Estufa
IBGE	– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPCC	– Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
MCT	– Ministério da Ciência e Tecnologia
MMA	– Ministério do Meio Ambiente
OECD	– Organisation for Economic Co-operation and Development
OMM	– Organização Meteorológica Mundial
ONU	– Organização das Nações Unidas
Pequi	– Pesquisa e Conservação do Cerrado
PNUMA	– Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
Seagro	– Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
TNC	– The Nature Conservancy
WWF	– Fundo Mundial para a Vida Selvagem

## LISTA DE SÍMBOLOS

CF <sub>4</sub>	– Fórmula química do perfluormetano
CFC	– Fórmula química do clorofluorcarbono
CH <sub>4</sub>	– Fórmula química do metano
CO	– Fórmula química do monóxido de carbono
CO <sub>2</sub>	– Fórmula química do dióxido de carbono
HFC	– Fórmula química do hidrofluorcarbono
H <sub>2</sub> O	– Fórmula química do vapor d'água
N <sub>2</sub>	– Fórmula química do nitrogênio
N <sub>2</sub> O	– Fórmula química do óxido nitroso
NO <sub>x</sub>	– Fórmula química do óxido de nitrogênio
O <sub>2</sub>	– Fórmula química do oxigênio
PFC	– Fórmula química do perfluorcarbono
SF <sub>6</sub>	– Fórmula química do hexafluoreto de enxofre
SO <sub>2</sub>	– Fórmula química do dióxido de enxofre

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>22</b>
1.1	PROBLEMA	23
1.2	OBJETIVO GERAL	25
1.2.1	Objetivos específicos	26
1.3	JUSTIFICATIVA, INEDITISMO E RELEVÂNCIA	26
1.4	ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO	28
<b>2</b>	<b>ARCABOUÇO TEÓRICO SOBRE OS PROBLEMAS AMBIENTAIS GERADOS PELAS ATIVIDADES PRODUTIVAS</b>	<b>30</b>
2.1	MEIO AMBIENTE E SISTEMA ECONÔMICO	30
2.1.1	Crescimento econômico e desenvolvimento sustentável	31
2.1.2	Agricultura sustentável e sistemas agroflorestais (SAFs)	33
2.2	VALORAÇÃO AMBIENTAL	38
2.2.1	Métodos diretos de valoração ambiental	40
2.2.1.1	<i>Método de valoração contingente (MVC)</i>	40
2.2.1.2	<i>Método custos de viagem</i>	41
2.2.1.3	<i>Método preços hedônicos</i>	41
2.2.2	Métodos indiretos de valoração ambiental	42
2.2.2.1	<i>Método da produtividade marginal</i>	43
2.2.2.2	<i>Método dos custos evitados</i>	44
2.2.2.3	<i>Método custos de controle</i>	45
2.2.2.4	<i>Método custos de reposição</i>	45
2.2.2.5	<i>Método custos de oportunidade</i>	46
2.3	BENS E SERVIÇOS AMBIENTAIS	47
2.3.1	Impactos ambientais	51
2.3.2	Valoração dos bens e serviços ambientais	52
2.4	GASES DE EFEITO ESTUFA	58
2.4.1	Gases de efeito estufa no Brasil	62
2.4.2	Conferência das Partes (COP) e Protocolo de Quioto	66
2.4.3	Mecanismos para redução de emissões	68
2.4.4	Inventário de biomassa e Certificados de Reduções de Emissões (CERs)	71
2.4.5	Cálculo do carbono equivalente	73
2.5	AVALIAÇÃO DE CUSTOS COMPLETOS	75
2.6	CUSTOS AMBIENTAIS INTERNOS E EXTERNOS	79
2.6.1	Externalidades positivas	89
2.6.2	Externalidades geradas pela degradação do solo	90
2.6.3	Externalidades geradas pela agricultura	94
2.7	CONCLUSÕES DO CAPÍTULO	110
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA E PROPOSTA DE GERENCIAMENTO DOS CUSTOS AMBIENTAIS INTERNOS E EXTERNOS</b>	<b>112</b>
3.1	DESIGN DA PESQUISA	112
3.1.1	Classificação da pesquisa	113
3.1.2	Campo de aplicação da pesquisa, coleta de dados e amostra	114
3.1.3	Ferramentas de análise e taxas utilizadas	115
3.1.4	Índices utilizados	116
3.2	GERENCIAMENTO DOS CUSTOS AMBIENTAIS INTERNOS E EXTERNOS	117
3.2.1	Custos convencionais	118

3.2.1.1	<i>Construto dos custos convencionais</i> .....	118
3.2.1.2	<i>Medição/valoração dos custos convencionais</i> .....	118
3.2.2	<b>Custos ocultos</b> .....	118
3.2.2.1	<i>Construto da subcategoria de custos ocultos regulatórios</i> .....	119
3.2.2.2	<i>Medição/valoração dos custos ocultos regulatórios</i> .....	119
3.2.2.3	<i>Construto da subcategoria de custos ocultos preparatórios</i> .....	120
3.2.2.4	<i>Medição/valoração dos custos ocultos preparatórios</i> .....	120
3.2.2.5	<i>Construto da subcategoria de custos ocultos voluntários</i> .....	121
3.2.2.6	<i>Medição/valoração dos custos ocultos voluntários</i> .....	121
3.2.3	<b>Custos de contingências</b> .....	121
3.2.3.1	<i>Construto dos custos de contingências</i> .....	122
3.2.3.2	<i>Medição/valoração dos custos de contingências</i> .....	122
3.2.4	<b>Custos intangíveis</b> .....	123
3.2.4.1	<i>Construto dos custos intangíveis</i> .....	123
3.2.4.2	<i>Medição/valoração dos custos intangíveis</i> .....	124
3.2.5	<b>Custos externos</b> .....	124
3.2.5.1	<i>Custos externos da degradação ambiental</i> .....	125
3.2.5.2	<i>Construto dos custos externos da degradação ambiental</i> .....	125
3.2.5.3	<i>Medição/valoração dos custos externos da degradação ambiental</i> .....	126
3.2.6	<b>Custos externos da contaminação da água</b> .....	129
3.2.6.1	<i>Construto dos custos externos da contaminação da água</i> .....	129
3.2.6.2	<i>Medição/valoração dos custos externos da contaminação da água</i> .....	130
3.2.7	<b>Custos externos dos gases de efeito estufa</b> .....	131
3.2.7.1	<i>Construto dos custos externos dos gases de efeito estufa</i> .....	131
3.2.7.2	<i>Medição/valoração dos custos externos dos gases de efeito estufa</i> .....	132
<b>4</b>	<b>APLICAÇÃO PRÁTICA</b> .....	<b>134</b>
4.1	<b>BIOMA CERRADO</b> .....	134
4.1.1	As características do Cerrado brasileiro .....	135
4.1.2	Ameaças ao bioma Cerrado .....	138
4.1.3	Iniciativas para preservar o Cerrado .....	142
4.2	<b>O SÍTIO FRUTOS DO CERRADO</b> .....	144
4.2.1	A mangaba .....	146
4.2.2	O murici .....	146
4.3	<b>LEVANTAMENTO DOS CUSTOS DA PRODUÇÃO DE FRUTOS</b> .....	147
4.3.1	Custos convencionais da mangaba e do murici .....	147
4.3.2	Custos ocultos, de contingências e intangíveis.....	149
4.3.3	Custos externos da produção de frutos .....	150
4.3.3.1	<i>Custos externos da degradação ambiental</i> .....	150
4.3.3.2	<i>Custos externos da contaminação da água com o cultivo de frutos</i> .....	150
4.3.3.3	<i>Custos externos dos gases de efeito estufa</i> .....	151
4.4	<b>LEVANTAMENTO DOS CUSTOS DA PECUÁRIA LEITEIRA</b> .....	152
4.4.1	Custos convencionais da pecuária leiteira .....	153
4.4.2	Custos ocultos, de contingências e intangíveis.....	155
4.4.3	Custos externos da pecuária leiteira .....	155
4.4.3.1	<i>Custos da degradação ambiental da pecuária leiteira</i> .....	156
4.4.4	Custos externos da contaminação da água.....	156
4.4.5	Custos externos dos gases de efeito estufa .....	156
4.5	<b>AVALIAÇÃO CONJUNTA DOS CUSTOS INTERNOS E EXTERNOS DAS ATIVIDADES</b> .....	157
4.5.1	Quadro comparativo dos custos internos e externos das atividades estudadas .....	158
4.6	<b>DEMONSTRAÇÕES DO RESULTADO DO EXERCÍCIO DA PRODUÇÃO DE FRUTOS</b> .....	159

4.6.1	A produção de mangaba e murici .....	159
4.6.2	Os créditos de carbono da mangaba e do murici .....	160
4.6.3	Demonstração do resultado da produção de mangaba.....	164
4.6.4	Demonstração do resultado da produção de murici.....	165
4.7	<b>DEMONSTRAÇÕES DO RESULTADO DO EXERCÍCIO DA PECUÁRIA LEITEIRA.</b> .....	167
4.7.1	Produção e comercialização de leite.....	167
4.7.2	Demonstração do resultado da pecuária leiteira .....	167
4.8	<b>FLUXOS DE CAIXA DAS ATIVIDADES</b> .....	169
4.8.1	Análise dos fluxos de caixa com a produção de mangaba.....	169
4.8.2	Análise dos fluxos de caixa com a produção de murici.....	171
4.8.3	Análise dos fluxos de caixa com a pecuária leiteira .....	174
4.9	<b>SIMULAÇÕES DE CENÁRIOS COM AS ATIVIDADES</b> .....	175
4.9.1	Simulações do VPL com alterações das TMAs.....	176
4.9.2	Análise de sensibilidade .....	177
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES</b> .....	<b>179</b>
5.1	CONCLUSÕES DA PESQUISA .....	179
5.2	LIMITAÇÕES DO TRABALHO .....	181
5.3	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	181
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>183</b>
	<b>APÊNDICE A – LEVANTAMENTO DOS DADOS PARA A ANÁLISE COM A ATIVIDADE FRUTÍFERA</b> .....	<b>207</b>
	<b>APÊNDICE B – LEVANTAMENTO DOS DADOS PARA A ANÁLISE COM A PECUÁRIA LEITEIRA</b> .....	<b>208</b>
	<b>APÊNDICE C – MEDIDAS, FÓRMULAS DE CÁLCULO, PESO SECO E FRESCO POR PLANTA, KG E TONELADA DE CARBONO POR PLANTA DA MANGABA.....</b> .....	<b>209</b>
	<b>APÊNDICE D – MEDIDAS, FÓRMULAS DE CÁLCULO, PESO SECO E FRESCO POR PLANTA, KG E TONELADA DE CARBONO POR PLANTA DO MURICI ...</b>	<b>210</b>
	<b>APÊNDICE E – DEMONSTRAÇÃO DO RESULTADO DA PRODUÇÃO DE MANGABA SEM OS CRÉDITOS DE CARBONO E OS CUSTOS EXTERNOS .....</b>	<b>211</b>
	<b>APÊNDICE F – DEMONSTRAÇÃO DO RESULTADO DO CULTIVO DE MANGABA COM OS CRÉDITOS DE CARBONO (CERS) E OS CUSTOS EXTERNOS (CES).....</b>	<b>212</b>
	<b>APÊNDICE G – DEMONSTRAÇÃO DO RESULTADO DO CULTIVO DE MURICI SEM OS CRÉDITOS DE CARBONO (CERS) E OS CUSTOS EXTERNOS (CES) ...</b>	<b>213</b>
	<b>APÊNDICE H – DEMONSTRAÇÃO DO RESULTADO DO CULTIVO DE MURICI COM OS CRÉDITOS DE CARBONO (CERS) E OS CUSTOS EXTERNOS (CES) ..</b>	<b>214</b>
	<b>APÊNDICE I – DEMONSTRAÇÃO DO RESULTADO DA PECUÁRIA LEITEIRA SEM OS CUSTOS EXTERNOS (CES).....</b>	<b>215</b>
	<b>APÊNDICE J – DEMONSTRAÇÃO DO RESULTADO DA PECUÁRIA LEITEIRA COM OS CUSTOS EXTERNOS (CES).....</b>	<b>216</b>
	<b>APÊNDICE K – FLUXO DE CAIXA DA MANGABA SEM OS CRÉDITOS DE CARBONO E OS CUSTOS EXTERNOS.....</b>	<b>217</b>
	<b>APÊNDICE L – FLUXO DE CAIXA DA MANGABA COM OS CRÉDITOS DE CARBONO E OS CUSTOS EXTERNOS.....</b>	<b>218</b>

<b>APÊNDICE M – FLUXO DE CAIXA DO MURICI SEM OS CRÉDITOS DE CARBONO E OS CUSTOS EXTERNOS.....</b>	<b>219</b>
<b>APÊNDICE N – FLUXO DE CAIXA DO MURICI COM OS CRÉDITOS DE CARBONO E OS CUSTOS EXTERNOS.....</b>	<b>220</b>
<b>APÊNDICE O – FLUXO DE CAIXA DA PECUÁRIA LEITEIRA CENÁRIO 1 SEM OS CUSTOS EXTERNOS.....</b>	<b>221</b>
<b>APÊNDICE P – FLUXO DE CAIXA DA PECUÁRIA LEITEIRA CENÁRIO 2 COM OS CUSTOS EXTERNOS.....</b>	<b>222</b>
<b>ANEXO A – PAÍSES-MEMBROS DO ANEXO I (OECD) .....</b>	<b>223</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A agricultura é uma atividade de caráter multifuncional que abrange uma gama de relacionamentos ambientais, econômicos e de segurança alimentar, além de funções sociais e culturais (FAO, 1999). Contudo, provoca efeitos externos indesejados, tais como a degradação do solo, as emissões de gases de efeito estufa (GEEs), a contaminação da água por meio de substâncias químicas e a perda de biodiversidade (BARGE; SWANSON, 2004; MONTANARELLA, 2006; PRETTY et al., 2000; SERÔA DA MOTTA, 2002; TILMAN, 1999).

Um grupo de peritos (THE TERRESTRIAL CARBON GROUP, 2008) descreve que, ao longo dos próximos cinquenta anos, a maioria dos exemplares de vegetação da terra será cada vez mais ameaçada com a conversão da terra para uso agrícola, plantio, assentamentos humanos e infraestrutura. Em virtude disso, a qualidade e a segurança dos alimentos, a preservação do ecossistema e o aquecimento global tornaram-se questões mais proeminentes e percebidas como estreitamente relacionadas com o ambiente e com as atividades agrícolas, que incluem *outputs* de efeitos negativos e positivos sobre o bem-estar das pessoas, das organizações e da sociedade. Esses *outputs* são denominados de externalidades “positivas e negativas” (EA, 2002), que afetam o bem-estar ou a oportunidade disponível para um indivíduo ou grupo, sem o pagamento ou a compensação direta pelo agente causador (PRETTY et al., 2000).

Na literatura, as externalidades negativas são denominadas de custos ambientais externos ou custos externos (EUROPEAN COMISSION, 2003; KOSUGI et al., 2009; O’NEILL, 2007; PRETTY et al., 2000; TEGTMEIER; DUFFY, 2004), externalidades ambientais (WEI et al., 2010), custos sociais (EPA, 1995; PRETTY et al., 2000) ou custos sociais externos (MASSELINK, 2007). Esses custos externos geralmente não são incorporados aos produtos e aos serviços, recaindo sobre a sociedade na forma de taxas, custos de saúde, perda de biodiversidade, entre outros. Doravante, custos ambientais externos, custos externos e externalidades serão tratados como sinônimos.

Segundo Pretty et al. (2003), as externalidades provocadas pela agricultura possuem cinco características: (1) seus custos são muitas vezes negligenciados; (2) frequentemente ocorrem em um largo espaço de tempo; (3) geralmente os grupos que geram danos não são revelados; (4) a identidade do produto da externalidade nem sempre é conhecida; e (5) resultam em subótimas soluções econômicas e políticas.

Por outro lado, se conduzida com boas práticas e de forma sustentável, a agricultura pode gerar externalidades positivas. Essas externalidades incluem o valor estético, a recreação e o conforto, o acúmulo e o abastecimento de água, a fixação do solo, a ciclagem de nutrientes, a formação e a proteção da vida selvagem, a proteção contra tempestades, o controle de inundações e a retenção de carbono pelas árvores e pelos solos. Além de gerar emprego e renda, contribuindo para a economia local e para as comunidades rurais, a agricultura pode funcionar como um sumidouro líquido de dióxido de carbono na forma de biomassa em florestas plantadas e em terras não florestais, aumentando o carbono estocado na vegetação e nos solos (EA, 2002).

Embora o debate sobre os problemas ambientais gerados pelo aumento dos gases de efeito estufa tenha iniciado há mais de quarenta anos, somente na década de 1990 foram criados mecanismos de compensação econômica para incentivar a redução dessas emissões, como, por exemplo, o Protocolo de Quioto. Nesse sentido, a literatura, em especial o setor agrícola, carece de estudos que auxiliem no gerenciamento dos possíveis ganhos, tanto econômicos quanto ambientais, que uma atividade sustentável pode proporcionar ao agricultor, uma vez que ele sempre recebeu incentivos agrícolas e tecnológicos para monoculturas.

## 1.1 PROBLEMA

Os danos provocados pela agricultura afetam o solo, a água, o ar, a biodiversidade e a saúde humana (EA, 2002; EFTEC, 2004; MASSELINK, 2007; PRETTY et al., 2000; TEGTMEIER; DUFFY, 2004).

Em 1996, a agricultura gerou custos externos para o Reino Unido na ordem de € 2.343 (milhões), sendo os principais responsáveis os gases de efeito estufa (GGEs) – o metano (CH<sub>4</sub>), o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), a amônia (NH<sub>3</sub>) e o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) –, representando 48%. Os 52% restantes ficaram distribuídos entre a contaminação da água com 10%, a degradação do solo com 4%, a perda de biodiversidade com 5% e os danos provocados à saúde humana com 33% (PRETTY et al., 2000).

Nos Estados Unidos, em 2002 os custos externos atingiram entre US\$ 5.682,16 e US\$ 16.889,20, sendo 7% com a contaminação da água, 40% com a degradação do solo, 8% com a poluição do ar, 20% com a perda de biodiversidade e 25% com a saúde humana



(TEGTMEIER; DUFFY, 2004). Na Inglaterra, as externalidades ambientais atingiram a cifra de € 639 (milhões), 85% representados pela poluição do ar (EFTEC, 2004).

No Canadá, a agricultura é responsável por 79% do N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> e CO<sub>2</sub> (VERGÉ et al., 2008); na Holanda, por 62,92% (MASSELINK, 2007); e nos Estados Unidos, por 7,2% das emissões de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFCs, PFCs e SF<sub>6</sub> (EPA, 2010). Essas emissões são provenientes da fermentação entérica de animais, da gestão de estrume, do cultivo de arroz, do manejo do solo agrícola e da queima de resíduos agrícolas (EPA, 2010). No Reino Unido, em 2001 os custos externos provocados pela agricultura foram estimados em € 1,2 bilhão (EA, 2002). Contudo, a Environmental Agency (EA, 2002) descreve que, se forem implementadas melhores tecnologias disponíveis, esses custos poderiam ser reduzidos em € 0,3 milhão num prazo de cinco anos, aumentando para € 0,5 milhão ao longo de vinte anos.

No Brasil, em 2005 a agricultura era responsável por 22,1% das emissões de GEEs, dos quais 57,5% são representados pela mudança do uso da terra e da floresta (MCT, 2009). Na mudança do uso da terra e da floresta, além das emissões, estão contidos, entre outros, os custos externos com a degradação do solo, a contaminação da água, a perda da biodiversidade, como a perda do potencial fármaco e os custos com a saúde humana provocados pelo uso de agrotóxicos. No período entre 1988 e 1994, as mudanças de uso da terra ocorridas no Brasil geraram 722,5 Tg (milhões de toneladas métricas) de CO<sub>2</sub>/ano, sendo 428,6 (59%) na Amazônia, 188,7 (26%) no Cerrado, 41,3 (6%) na Mata Atlântica, 36,5 (5%) na Caatinga e 27,4 (4%) no Pantanal (FUNCATE, 2004).

Observa-se, ainda, que os biomas com maior índice de emissões de CO<sub>2</sub>, provenientes da mudança do uso da terra e da floresta, são a Amazônia e o Cerrado. Ambos representam 73,21% do território nacional, sendo 49,29% na Amazônia e 23,92% no Cerrado (IBGE, 2004). Contudo, nesses dois biomas existe uma diferença; enquanto a Amazônia tem 12% de sua área protegida na forma de unidades de conservação, no Cerrado esse total não atinge 2%. Além disso, na Amazônia as unidades de conservação possuem área superior a 100 mil hectares, enquanto que no Cerrado apenas 10% dessas mesmas unidades têm áreas que ultrapassam 50 mil hectares (BEZERRA; VEIGA, 2000; CI-BRASIL, 2008; MAROUELLI, 2003).

A inexistência de áreas protegidas levou o Cerrado a fazer parte da lista dos 34 *hotspots* (regiões biologicamente mais ricas e ameaçadas do planeta), devido à sua riqueza biótica, ao nível de endemismo e ao grau de ameaça (MYERS et al, 2000). Segundo Myers et al. (2000), o Cerrado ocupa a 12<sup>a</sup> posição no *ranking* mundial em número de plantas e a 17<sup>a</sup> em vertebrados endêmicos. Até a década de 1960, o Cerrado brasileiro permanecia quase

intocável, por ser considerado de solo pobre e impróprio para a agricultura. Porém, com o desenvolvimento de pesquisas e tecnologias, as regiões dos cerrados passaram a *status* de importantes polos de produção de alimentos do país. Em 2007, o Cerrado brasileiro abrigava mais de 44 milhões de pessoas (IBGE, 2007) e, em 2008, era responsável por 31,3% da produção de grãos e 37,1% da pecuária bovina (IBGE, 2008).

Aliados a essa produção, antecederam os desmatamentos, as queimadas, o uso de fertilizantes químicos e os agrotóxicos. Dessa forma, os cerrados foram modificados com voçorocas, assoreamento e envenenamento dos ecossistemas, restando apenas 22% de área em estado conservado (CI - BRASIL, 2008). Tais atividades resultaram na eliminação de uma expressiva porção da cobertura vegetal nativa do bioma e na fragmentação da maioria dos seus habitats naturais, acarretando elevadas perdas de biodiversidade, um aumento da erosão dos solos e o conseqüente assoreamento de mananciais.

O panorama mundial aqui apresentado sobre os custos externos gerados pela agricultura conduz para a necessidade de considerar esses custos nas análises de investimentos agrícolas, uma vez que influenciam diretamente o conjunto econômico-ambiental. Na literatura existem grandes correntes, tais como a Agência de Proteção Ambiental (Environmental Protection Agency – EPA, 1995), o Instituto Canadense de Contadores (The Canadian Institute Of Chartered Accountants – CICA, 1997), Gale e Stokoe (2001) e Carvalho (2000, 2005), entre outros, que defendem a inclusão de todos os custos ambientais (avaliação de custos completos), tanto internos quanto externos, nas avaliações estratégicas de investimento. Contudo, na maioria dos casos é dada ênfase ao setor industrial, deixando, portanto, uma lacuna para o setor agrícola, que passa a ser explorado nesta pesquisa. Nesse contexto, elabora-se a seguinte questão de pesquisa: como incluir os custos ambientais? **Qual a influência dos custos ambientais externos em análises de investimento agrícola?**

## 1.2 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral desta pesquisa é avaliar a influência dos custos ambientais externos comparando a produção agrícola com o plantio de frutos nativos e com a pecuária leiteira.

### 1.2.1 Objetivos específicos

- a) Desenvolver construtos dos custos ambientais internos e externos.
- b) Calcular os custos externos da degradação ambiental e dos gases de efeito estufa dióxido de carbono, metano e óxido nitroso.
- c) Levantar os custos e as receitas do cultivo de frutos nativos do Cerrado e da pecuária leiteira.
- d) Calcular o carbono das plantas frutíferas.
- e) Comparar a rentabilidade entre as atividades com e sem a inclusão dos custos externos e dos créditos de carbono.

### 1.3 JUSTIFICATIVA, INEDITISMO E RELEVÂNCIA

A agricultura vive um período de transição, exigindo que sejam repensados os efeitos do atual modo de produção agrícola, dando importância para a variável ambiental como objeto estratégico para uma melhor performance econômica, social e ambiental, por isso este trabalho se coaduna com as preocupações mundiais relacionadas à escassez de alimentos, à diminuição da biodiversidade, à degradação dos recursos naturais e ao aumento dos gases de efeito estufa. Portanto, estimar o retorno de projetos agrícolas que incluam os créditos de carbono e os custos ambientais externos gerados pela agricultura torna-se ímpar, uma vez que esses darão uma visão mais realista das possíveis alternativas de investimento que poderão proporcionar vantagens competitivas sustentáveis.

Ribeiro e Rodrigues (2006) apontam que o desconhecimento do potencial de uso dos recursos naturais, o desrespeito às leis de proteção ambiental, as queimadas e a intensidade de exploração agrícola provocaram perdas irreparáveis ao solo, à fauna, à flora e aos recursos hídricos. Essas perdas comprometem a sustentabilidade do ecossistema, colocando em risco de extinção diversas espécies animais e vegetais, principalmente as frutíferas nativas. Desse modo, identificar os custos externos e incluí-los na análise de viabilidade econômica com o cultivo de frutos nativos e a pecuária leiteira é abrir um leque maior para que os agricultores possam visualizar a influência desses custos bem como novas fontes de atividades agrícolas que combinem rentabilidade com preservação ambiental.

Esta tese também faz uma análise de investimento da pecuária leiteira com um sistema mais otimizado, tendo em vista que, no Brasil, a densidade é de 0,97 cabeça por hectare (IBGE, 2008) e, segundo o The Terrestrial Carbon Group (2008), pode ser triplicada ou quadruplicada com a tecnologia atual e, com isso, criar estoques de carbono. O aumento dessa densidade possibilita oportunidade de melhoria e aumento de produtividade, dando espaço para outras atividades, como, por exemplo, frutos ou outros cultivos não tradicionais que contribuem para o equilíbrio do ecossistema.

A literatura apresenta uma série de estudos sobre viabilidade econômica do setor agrícola, como agricultura de precisão *versus* agricultura convencional (SILVA, 2005; WERNER, 2007), agrofloresta (SANTOS, 2004), agrofloresta e pecuária (VALE, 2004), agrofloresta e créditos de carbono (COTTA et al., 2006; NISHI et al., 2005), frutas tradicionais (AKÇAY; UZUNÖZ, 2005; PONCIANO et al., 2004), óleo de melaleuca (CASTRO et al., 2005) e mandioca (OLUWASOLA, 2010). Apresenta também vários estudos que identificaram os custos externos da agricultura (DUFFY, 2004; EFTEC, 2004; FERREIRA; RESCK; GOMES, 2005; LV; GU; GUO, 2010; MASSELINK, 2007; PRETTY et al., 2000; TEGTMEIER; DUFFY, 2004); contudo, nenhum desses estudos fez análise de viabilidade econômica incluindo os custos ambientais externos, deixando, portanto, uma lacuna a ser investigada.

Portanto, o ineditismo desta tese encontra-se alicerçado em três pilares: (1) os estudos de viabilidade econômica não incluem os custos ambientais externos em suas análises; (2) não existem estudos de viabilidade econômica com o plantio de frutos nativos do Cerrado (mangaba e murici); e (3) não foram encontrados estudos que avaliassem o potencial de carbono das plantas frutíferas (mangaba e murici) pelo sistema de plantio. Dessa forma, não se trata de uma nova metodologia ou modelo, mas somente uma forma mais abrangente de revelar a influência das externalidades decorrentes das atividades agrícolas, bem como avaliar formas alternativas de receitas econômicas mais sustentáveis dentro do setor agrícola.

A não trivialidade da tese está alicerçada no crescente número de estudos (EFTEC, 2004; FERREIRA; RESCK; GOMES, 2005; LV; GU; GUO, 2010; MASSELINK, 2007; PRETTY et al., 2000; RODRIGUES, 2005; TEGTMEIER; DUFFY, 2004) que abordam o tema 'custos externos da agricultura'. Contudo, a influência desses nas diversas atividades agrícolas ainda é incipiente, em função de não serem totalmente registrados ou incorporados nas tomadas de decisões, e conduz para cálculos distorcidos. Com isso, projetos de salvaguarda ambiental, que visam prevenir emissões na origem através de uma melhor

utilização dos recursos ambientais, não são reconhecidos nem implementados (UNSD, 2001).

Quanto à contribuição científica, destacam-se quatro pontos principais: (1) a evidência dos custos internos e externos da agricultura permitirá que outras pesquisas, baseadas na identificação de custos aqui apresentada, incluam a variável ambiental em suas estratégias de investimento, já que essa variável demonstra os impactos que esses custos proporcionarão aos negócios em médio e longo prazo; (2) mostra uma alternativa capaz de proporcionar renda por meio de frutos e dos créditos de carbono gerados pelas plantas frutíferas; (3) apresenta uma resposta sobre a viabilidade econômica com a cultura de frutos nativos do Cerrado pelo sistema de plantio, já que se encontra em fase embrionária e gera uma série de questionamentos; e (4) propõe um novo sistema de pecuária leiteira que possibilita maior rentabilidade e aproveitamento das áreas ocupadas.

E, por fim, diante das novas tendências de incentivo às atividades agrícolas que reduzem as emissões de gases e que aumentam a produtividade, é preciso que os atores envolvidos (agricultores, poder público e demais órgãos ligados ao setor) tenham ferramentas capazes de evidenciar os possíveis efeitos econômicos e ambientais que determinado sistema produtivo está causando. Acredita-se que o estudo ora proposto pode ser um desses instrumentos de orientação aos tomadores de decisões nas estratégias de investimento agrícola, uma vez que possibilita visualizar, em um horizonte temporal, os possíveis resultados econômicos de cada decisão de investimento.

#### 1.4 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho está dividido em cinco capítulos. O primeiro apresenta uma introdução sobre os principais problemas ambientais gerados pela agricultura e pela pecuária, além de expor o problema de pesquisa e os objetivos geral e específicos. Na sequência, encontram-se a justificativa, a relevância e a contribuição científica do tema estudado.

O segundo capítulo relata como o meio ambiente era visto pelo sistema econômico tradicional, bem como a cronologia da transição para a economia de recursos naturais, a economia ambiental e a economia ecológica. Descreve a importância da valoração dos serviços ambientais e os principais métodos de valoração existentes na literatura. Apresenta a evolução dos gases de efeito estufa no Brasil e no mundo e os principais mecanismos de

compensação para incentivar sua redução. Traz ainda os principais conceitos sobre avaliação de custos completos, sua aplicação e utilização. Apresenta a divisão dos custos ambientais diretos e indiretos, internos e externos, e faz um levantamento dos custos externos gerados pela agricultura em nível nacional e mundial.

O terceiro capítulo apresenta a metodologia da pesquisa e propõe sugestões de monitoramento e gerenciamento dos custos ambientais internos, bem como expõe formas de medição e valoração dos externos. O quarto capítulo faz um relato dos principais problemas que atingem o bioma Cerrado, das iniciativas de preservação, bem como da aplicação prática do estudo e dos resultados encontrados. No quinto encontram-se as considerações finais, as limitações da pesquisa e as recomendações para trabalhos futuros.

## 2 ARCABOUÇO TEÓRICO SOBRE OS PROBLEMAS AMBIENTAIS GERADOS PELAS ATIVIDADES PRODUTIVAS

Este capítulo tem como propósito mostrar os principais problemas que permeiam as relações econômicas e ambientais bem como algumas formas de valoração dos serviços ambientais.

### 2.1 MEIO AMBIENTE E SISTEMA ECONÔMICO

Uma das maiores limitações da economia neoclássica é que os sistemas econômicos dão valor aos bens e serviços produzidos pelo homem, e não valoram os bens e serviços produzidos pela natureza. Assim, os valores dados aos produtos e serviços não correspondem aos seus valores reais (MATTOS; MATTOS; MATTOS, 2005). Para essa economia, o sistema econômico funciona como se: a) as ordens de preferências dos consumidores e as funções de produção fossem independentes e suas formas de apropriação, eficientes; b) os insumos fossem totalmente convertidos em produtos, sem resíduos de materiais indesejáveis ao longo do processo produtivo; c) as saídas finais fossem totalmente destruídas no processo de consumo; e d) todos os atributos ambientais relevantes fossem de propriedade privada e os direitos, trocados em mercados competitivos (AYRES; KNEESE, 1969).

No entanto, a partir da década de 1960, a economia como ciência desenvolveu diversas formas de análise relacionadas ao ambiente natural e dividiu-se em três fases: economia de recursos naturais, economia ambiental e economia ecológica (MATTOS; MATTOS; MATTOS, 2005).

A **economia de recursos naturais** surge das análises neoclássicas nas décadas de 1960 e 1970. Lida com os aspectos da extração e da exaustão dos recursos naturais ao longo do tempo com o objetivo de alcançar o uso ótimo dos recursos renováveis e não renováveis. Analisa os recursos ambientais no seu papel de matérias-primas, de *inputs* para os processos produtivos. A **economia ambiental** se propagou na década de 1980 e tinha como ênfase a questão da poluição, que era percebida como uma externalidade do processo de produção e consumo e podia ser tratada de vários meios de internalização dos custos ambientais nos preços dos produtos. A **economia ecológica** representa uma evolução das formas de análise

anteriores, englobando a problemática do uso de recursos naturais e as externalidades do processo produtivo, com ênfase no uso sustentável das funções ambientais e na capacidade de os ecossistemas suportarem a carga imposta pelo funcionamento da economia (MATTOS; MATTOS; MATTOS, 2005).

Kuwahara (2008) descreve que a economia ecológica não rejeita os conceitos e os instrumentos da “economia convencional” e da “ecologia convencional” e irá utilizá-los sempre que se fizerem necessários. Entretanto, reconhece a insuficiência desses para o propósito de uma análise integrada, apontando para a necessidade do desenvolvimento de novos conceitos e instrumentos. Marques e Comune (1997) destacam que, para alcançar o desenvolvimento sustentável pela linha da economia ecológica, se torna necessário que os bens e serviços ambientais sejam incorporados na contabilidade. Para isso, o primeiro passo seria atribuir valores comparáveis aos bens e serviços ambientais produzidos e transacionados no mercado.

Serôa da Motta (2004) descreve que, embora o uso de recursos ambientais não tenha seu preço reconhecido no mercado, seu valor econômico existe à medida que seu uso altera o nível de produção e consumo (bem-estar) da sociedade. Todavia, esse valor econômico geralmente não é observável no mercado através de preços que refletem seu custo de oportunidade. Para Barrantes (2000), a principal dificuldade de avaliação financeira ambiental é explicada pela ausência de mercado dos serviços ambientais e pela informação inadequada para estimar o valor desses serviços, tais como a proteção contra o efeito estufa, a biodiversidade, os recursos hídricos, as belezas cênicas, entre outros.

### 2.1.1 Crescimento econômico e desenvolvimento sustentável

Oliveira Neto et al. (2008) destacam que os conceitos de desenvolvimento sustentável e crescimento econômico constituem tema emergente na economia ecológica. E uni-los é uma tarefa árdua para economistas, políticos, empresários, ecologistas e população, visto que a preocupação com o meio ambiente das elites que governam os países, ou dos que estão à frente de grandes empresas, é mínima ou nenhuma, inclusive falta conscientização por parte da população.

Penteado (2007) relata que os modelos econômicos, por uma série de mitos e uma teoria equivocada da realidade, excluíram as variáveis sociais e ambientais. Essa é uma crítica



antiga dos economistas aos sistemas econômicos, uma vez que estes utilizam as leis da mecânica para explicar os processos econômicos, basta saber massa, posição e velocidade e está tudo resolvido. Embora isso não seja verdade, é dessa forma que as teorias econômicas tratam a questão ambiental, uma vez que, em todas as suas vertentes, o sistema econômico é considerado neutro para o meio ambiente.

Munier (2006) descreve que crescimento econômico e o desenvolvimento sustentável são vistos por muitos como dois conceitos que não ocupam o mesmo lugar ao mesmo tempo. É como uma moeda “cara ou coroa”, os dois não coexistem e, por essa razão, o crescimento econômico não pode ser alcançado sem a deterioração do ambiente. Se isso for verdade, então no futuro o gênero humano pode ter um grande crescimento econômico, mas o ambiente, na atual circunstância, irá mudar para pior. Já Cordeiro, Roth e Silva (2005) acreditam que o conceito de desenvolvimento sustentável reconhece que crescimento econômico e proteção ambiental não são necessariamente opostos, porém, para atingi-los, não é tarefa fácil.

Munier (2006) relata que algumas escolas acreditam que o crescimento econômico deveria ter preferência, enquanto outros veem que a sustentabilidade deve ser um fator limitante para o crescimento econômico e, de alguma forma, o crescimento terá de aderir. Todavia, o autor aponta que não se sabe ao certo qual critério está correto e que ainda existe uma terceira linha defendendo que o crescimento econômico e o desenvolvimento sustentável podem coexistir. Aparakkakanamage (2005) descreve que os economistas julgam que o crescimento econômico é a chave para o futuro e decisivo para melhorias ambientais e desenvolvimento sustentável em países em desenvolvimento. No entanto, “chegamos a uma época em que o chamado crescimento econômico não é mais econômico. É crescimento anti-econômico, porque na margem, estamos aumentando os custos sociais e ecológicos mais rápido do que estamos aumentando os benefícios da produção” (DALY, 2002, p. 1).

Um forte crescimento econômico e a expansão de atividades industriais irão inevitavelmente resultar em impactos ambientais adversos, tais como poluição da água e do ar, geração de resíduos sólidos e contaminação do solo. Esses impactos conduzem a um significativo custo econômico e social, a uma ruína gradativa do crescimento econômico e ao desenvolvimento sustentável (APARAKKAKANKANAMAGE, 2005). Oliveira Neto et al. (2008) acreditam que o mundo só terá a sustentabilidade quando os empresários, os economistas, os políticos e a sociedade entenderem que todos são responsáveis pela degradação do meio ambiente; sendo assim, é necessário dispor do capital proveniente do crescimento econômico para investir na sustentabilidade.

Nesse sentido, a ideia de desenvolvimento sustentável passa a ser defendida com maior eficiência, estabelecendo-se vínculos importantes entre economia, filosofia, ciência e política, com a preocupação maior em relação às gerações presentes e futuras. Assim, surge a agricultura sustentável como meio básico de sobrevivência (ABREU, 2008).

### 2.1.2 Agricultura sustentável e sistemas agroflorestais (SAFs)

A agricultura sustentável tem como objetivo gerar produtividade com maior grau de preservação da biodiversidade, do solo, da água e do ar (FERREIRA, 2008; MUNDEL, 2007). A sustentabilidade exige um manejo adequado de recursos naturais expressos tanto em instrumentos de política quanto em matrizes tecnológicas validadas e uma estrutura de incentivos que reconheça a heterogeneidade produtiva e social do meio rural (FAO, 2006). Bezerra e Veiga (2000, p. 8) descrevem que

A idéia de uma “agricultura sustentável” revela, antes de tudo, a crescente insatisfação com o *status quo* da agricultura moderna. Indica o desejo social de sistemas produtivos que, simultaneamente, conservem os recursos naturais e forneçam produtos mais saudáveis, sem comprometer os níveis tecnológicos já alcançados de segurança alimentar. Resulta de emergentes pressões sociais por uma agricultura que não prejudique o meio ambiente e a saúde.

A redução da cobertura de florestas tropicais e de bacias hidrográficas, aliada à redução da importância arbórea nos sistemas agrícolas, gera, de forma crescente, sistemas de produção não sustentáveis (MIRANDA; VELENTIM, 2000). Porém, a ação coercitiva por parte do Estado não tem se mostrado suficiente para garantir o cumprimento da legislação ambiental no que diz respeito às áreas de reserva legal e de preservação permanente. Ainda que sua importância ambiental e seu potencial econômico sejam reconhecidos por amplos setores da sociedade, o fato é que existem barreiras culturais, normativas, técnicas e econômicas para que tais exigências legais sejam cumpridas pelos agricultores (RODRIGUES, E. R. *et al.*, 2007).

Os sistemas agroflorestais (SAFs) têm sido preconizados como sustentáveis e capazes de produzir no presente, mantendo os fatores ambientais, econômicos e sociais em condições de serem utilizados pelas gerações futuras. Esses sistemas também têm sido divulgados como

uma solução alternativa para a recuperação de áreas degradadas, envolvendo não só a reconstituição das características do solo, como também a recuperação da terra, que envolve todos os fatores responsáveis pela produção harmônica com o ecossistema, tais como o solo, a água, o ar, o microclima (conjunto de condições climáticas), a paisagem, a flora e a fauna (VIEIRA; LOCATELLI; MACEDO, 2006).

Os Sistemas Agroflorestais constituem sistemas de uso e ocupação do solo em que plantas lenhosas perenes (árvores, arbustos, palmeiras) são manejadas em associação com plantas herbáceas, culturas agrícolas e/ou forrageiras e/ou em integração com animais, em uma mesma unidade de manejo, de acordo com um arranjo espacial e temporal, com alta diversidade de espécies e interações ecológicas entre estes componentes. Nesses modelos de exploração agrícola são utilizadas culturas agrícolas e/ou pastagens com espécies florestais (ABDO; VALERI; MARTINS, 2008, p. 50).

Lamônica e Barroso (2008) destacam que os SAFs aumentam a rentabilidade líquida da propriedade pela possibilidade de elevar a produtividade agrícola e/ou florestal e reduzir os custos de produção, por meio da menor necessidade de tratamentos como controle fitossanitário, adubação e irrigação, além de melhorar as condições de trabalho (sombreamento) e de alimentação do produtor rural.

Existe uma série de estudos de análise de viabilidade econômica com sistemas agroflorestais (SAFs) que se apresentaram viáveis economicamente. Santos (2004) analisou a viabilidade econômica de sistemas agroflorestais (SAFs) em dois ecossistemas amazônicos (terra firme e várzea) na região de Manaus (AM). A amostra foi constituída por 21 módulos agroflorestais, 13 em áreas de terra firme (TF) e oito em áreas de várzea (VZ). Nesses 21 módulos (pequenos agricultores) eram cultivados cinco produtos anuais e 23 perenes em 282,5 hectares de terra, dos quais 10,72% são SAFs.

Para a avaliação dos projetos, foram utilizadas as técnicas de análise de investimentos análise custo-benefício (ACB), valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR) e valor esperado da terra (VET). Os cálculos foram efetuados com taxas de desconto de 5%, 10% e 12% em um horizonte temporal de trinta anos. A avaliação econômica das oito amostras de agricultores de várzea mostrou que somente três projetos não foram viáveis economicamente a uma taxa mínima de atratividade (TMA) de 12%. As demais amostras apresentaram viabilidade econômica favorável em todas as taxas de desconto. Já quanto às culturas perenes, do total das amostras estudadas, quatro tiveram alguma falência e uma foi inviável economicamente em todas as taxas de desconto aplicadas. Outras três não

apresentaram rentabilidade econômica quando utilizadas taxas de desconto de 10% e 12%. As principais conclusões do estudo de Santos (2004) foram:

a) os agricultores que utilizaram espécies frutíferas como cupuaçu, graviola, pupunha e açaí tiveram um desempenho financeiro mais significativo do que os demais, sendo, portanto, economicamente viáveis e reproduzíveis;

b) a concepção de um sistema agroflorestal está bem consolidada entre os agricultores apenas pela diversificação de combinações de espécies;

c) ainda existe uma grande barreira por parte de alguns agricultores na adoção do componente madeireiro nos sistemas agroflorestais porque o horizonte temporal de rentabilidade é de longo prazo; e

d) os agricultores da terra firme que conseguem manter suas áreas bem irrigadas obtêm uma produtividade significativa em relação aos produtores da várzea (SANTOS, 2004).

O estudo de Santos (2004) apresentou contribuição significativa para práticas de produção sustentável, porém não abordou a possibilidade da utilização do crédito de carbono e, assim, poderia contribuir com o incentivo aos agricultores da adoção do componente madeireiro nos sistemas agroflorestais, tendo em vista ser ainda uma barreira para alguns agricultores da região.

Vale (2004) teve como objetivo fazer uma análise da viabilidade técnica, econômica, social e ambiental da agrossilvicultura, com eucalipto como uma alternativa para o desenvolvimento sustentável na Zona da Mata mineira. Para atingir o objetivo, o autor implantou um modelo de sistema silvipastoril considerando três atividades: reflorestamento com eucalipto, pecuária leiteira convencional e eucalipto e pecuária leiteira. O plantio das espécies para a formação da pastagem ocorreu, simultaneamente, ao plantio da espécie florestal. A estrutura de custos e receitas, além das demais informações necessárias às análises comparativas, foi obtida junto à Embrapa-CNPGL, Emater-MG, Epamig e Universidade Federal de Viçosa (UFV). O horizonte de análise foi de 15 anos, a TMA foi de 8% e as técnicas de análise foram o VPL, o valor anual equivalente (VAE), o VET, a ACB e a TIR. Os resultados encontram-se resumidos na Tabela 1.

Tabela 1 – Índices das culturas de eucalipto, pecuária leiteira e eucalipto e pecuária leiteira

Sistema	VPL (R\$/ha)	VAE (R\$/ha)	VET (R\$/ha)	ACB	TIR (% a.a.)
I Reflorestamento com eucalipto	7.223,94	843,97	12.224,86	3,24	24,8
II Pecuária leiteira convencional	6.015,27	702,76	10.456,87	1,28	52,0
III Eucalipto e pecuária leiteira	16.302,54	1.094,62	25.482,97	1,83	27,5

Fonte: Adaptado de: VALE (2004).

O estudo de Vale (2004) – Tabela 1 – mostrou que o consórcio proporcionou a obtenção de maiores receitas, contribuiu para a manutenção do potencial produtivo dos recursos naturais e otimizou a produção por unidade de superfície.

Nishi et al. (2005) analisaram a influência da inclusão dos créditos de carbono na viabilidade econômica de três projetos florestais com as culturas de seringueira, eucalipto para celulose e pínus para resinagem. Os dados dos custos e das receitas foram levantados com base em referências bibliográficas e em empresas do setor. As técnicas de análise utilizadas foram o VPL, a TIR, o VAE e o VET; a TMA foi de 10% com um período de análise de 25 anos. Foram simulados dois cenários, um sem e outro com a venda do crédito de carbono. Para o cálculo das receitas dos créditos de carbono (CERs), Nishi et al. (2005) utilizaram a tonelada de carbono equivalente a 3,67 toneladas de CO<sub>2</sub>, ou seja, uma tonelada de CO<sub>2</sub> equivale a 0,27 tonelada de carbono a um preço de US\$ 3,00. A Tabela 2 apresenta a quantidade de carbono sequestrado por espécie, o CO<sub>2</sub> equivalente e as receitas geradas pelas diferentes culturas.

Tabela 2 – Quantidade de carbono, CO<sub>2</sub> sequestrado e receitas da venda dos CERs por hectare

Projetos	Seringueira	Eucalipto/celulose	Pínus p/resinagem
Carbono sequestrado (ton)	92,84	86,66	102,04
CO <sub>2</sub> equivalente sequestrado (ton)	340,72	318,04	373,49
Receitas dos CERs US\$	1.022,16	954,12	1.123,47

Fonte: Adaptado de: NISHI et al. (2005).

Dentre os três projetos analisados (Tabela 2), o pínus apresentou maior potencial de sequestro, gerando, portanto, maior valor econômico e, por conseguinte, maior VPL. Na Tabela 3 encontra-se também a simulação da análise econômica dos três projetos com e sem CERs.

Tabela 3 – Análise de viabilidade econômica com as culturas de seringueira, eucalipto e pínus

Critério de comparação	Cenários	Seringueira	Eucalipto/celulose	Pínus p/resinagem
VPL (US\$/ha)	S/CERs	-58,32	17,59	647,02
	C/CERs	963,84	971,71	1.770,49
TIR (% a.a.)	S/CERs	9,60%	10,04%	15,50%
	C/CERs	15,56%	*	*
VET (US\$/ha)	S/CERs	-61,87	23,88	712,81
	C/CERs	1.022,43	1.319,06	1.950,51
VAE (US\$/ha/ano)	S/CERs	-6,19	2,39	71,28
	C/CERs	102,24	131,91	195,05

Fonte: NISHI et al. (2005).

Nota: \*Não foi possível calcular a TIR dos projetos, pois as receitas superaram os custos.

Pelos critérios econômicos utilizados, os projetos de eucalipto para celulose e pínus para resinagem são viáveis sem a inclusão dos CERs (Tabela 3), indicando que as receitas extras contribuem apenas para o aumento da viabilidade financeira desses projetos. Já o projeto de extração de borracha natural mostrou-se viável apenas com a inclusão dos CERs. Assim, esses passam a ter importância fundamental para a sobrevivência dessa atividade (NISHI et al., 2005).

Seguindo a mesma linha de Nishi et al. (2005), Cotta et al. (2006) fizeram uma análise de viabilidade econômica do consórcio seringueira–cacau sem e com os créditos de carbono. A quantificação dos CERs e a análise econômica foram realizadas em um horizonte de planejamento de 34 anos. A estimativa de carbono do consórcio foi obtida a partir de dados de biomassa arbórea. O estoque de carbono estimado no consórcio seringueira–cacau foi de 106,91 tC/ha, o que correspondeu a 393 créditos por hectare, sendo 311 da seringueira e 82 do cacauero. Com TMA de 10%, o consórcio apontou VPL de R\$ 7.522,21/ha sem a inclusão dos CERs e de R\$ 12.856,05/ha com os créditos de carbono. Na concepção dos autores, essa diferença no VPL representa uma alternativa capaz de aumentar a viabilidade do consórcio e atuar como um atrativo ao investimento em projetos dessa natureza.

O estudo de Secaf et al. (2006) teve por objetivo analisar a viabilidade econômica da diversificação agrícola, incluindo o cultivo do cupuaçu. O período da análise foi de sete anos e a TMA foi de 18,2%. A atividade se apresentou viável por apresentar VPL positivo no valor de R\$ 6.179 por hectare. Santos et al. (2000) fizeram uma análise de viabilidade econômica das culturas de café e grevêlea. A análise foi realizada em um período de 17 anos e a taxa mínima de atratividade (TMA) foi de 12% a.a. Com a inclusão da grevêlea, o projeto teve um aumento de 5% e atingiu VPL no valor de R\$ 2.995/ha em relação à atividade cafeeira

tradicional, em que o VPL foi de R\$ 2.860. Segundo os autores, os resultados obtidos permitiram constatar que a espécie florestal introduzida no sistema representa um custo adicional insignificante para o produtor rural e ocupa uma área mínima, indicando que a utilização da grevilea nos cafezais é altamente positiva do ponto de vista do aumento da rentabilidade da atividade e da tranquilidade do produtor, pois pode representar uma poupança ao longo do ciclo da cultura cafeeira.

O panorama aqui apresentado permite inferir que atividades agrícolas compostas de SAFs indicam possibilidades agrícolas rentáveis e ambientalmente mais sustentáveis.

## 2.2 VALORAÇÃO AMBIENTAL

A importância da valoração ambiental é indiscutível por ser um instrumento útil para a gestão dos recursos naturais. Permite, se adequadamente utilizado, dar critérios quantitativos para a priorização das atividades da sociedade, sendo aplicável essencialmente a todos os sistemas existentes, independentemente dos vários modelos de desenvolvimento adotados pelos diversos países (SARMIENTO, 2003). A necessidade de conceituar o valor econômico ao meio ambiente, bem como desenvolver técnicas para estimar esse valor, surge basicamente do fato incontestável de que a maioria dos bens e serviços ambientais e das funções providas ao homem pelo ambiente não é transacionada pelo mercado (MARQUES; COMUNE, 1997). E uma correta valoração dos recursos naturais pode incorporar opções significativas com menor custo ambiental e social, assim como corrigir os processos produtivos ineficientes ou as escalas inadequadas (SARMIENTO, 2003).

Para valorar os serviços ambientais, a economia ambiental (OGASSAVARA, 2008) desenvolveu o conceito analítico de valor econômico dos recursos ambientais (Vera) ou valor econômico total (VET), doravante Vera. Conceitualmente, o Vera (Quadro 1) consiste em um valor de uso somado ao valor de não uso, podendo ser decomposto em valor de uso direto (VU), valor de uso indireto (VUI), valor de opção (VO) e valor de existência (VE) (FAUCHEUX; NOEL, 1995; MARQUES, 2004; MARQUES; MARQUES; COMUNE, 1997; MERICO, 2002; SERÔA DA MOTTA, 2004).

Vera			
Valor de uso			Valor de não uso
Valor Uso Direto – VUD	Valor Uso Indireto – VUI	Valor de Opção – VO	Valor de Existência – VE
Madeira/lenha	Suprimento de água	Espécies	Espécies em extinção
Alimentos vegetais	subterrânea	Conservação do hábitat	Estética
Alimentos animais	Controle de inundações	Prot. da biodiversidade	Conservação
Artesanatos	Retenção de sedimentos	Potencial fármaco	
Água potável	Retenção de nutrientes	Potencial turístico	
Água p/agricultura	Manutenção da qualidade		
Água p/indústria	da água		
Turismo/recreação	Suporte para a		
Prod. farmacêuticos	biodiversidade		
Construção	Sequestro de CO <sub>2</sub>		
Matéria-prima	Belezas cênicas		
Pesquisas	Proteção de bacias d'água		
Educação	Polinização		
Rep. de espécies	Reprodução de espécies		
Biomassa			
Plantas medicinais			
Plantas ornamentais			

Quadro 1 – Valor econômico dos recursos ambientais (Vera)

Fonte: Adaptado de: MERICO (2002); SERÔA DA MOTTA (2002, 2004).

O valor de uso direto (VUD) é dado quando o indivíduo se utiliza de um recurso ambiental na forma de extração, de visitas ou de outra atividade de produção ou consumo direto. O valor de uso indireto (VUI) é atribuído quando o benefício atual do recurso deriva-se das funções ecossistêmicas, tais como a proteção do solo e a estabilidade climática decorrente da preservação das florestas. O valor de opção (VO) é gerado quando o indivíduo atribui valor de uso direto e indireto, os quais poderão ser optados futuramente, cuja preservação encontra-se ameaçada. Por exemplo, o benefício advindo de fármacos desenvolvidos com base em propriedades medicinais ainda não descobertas de plantas em florestas tropicais. Já o valor de existência (VE) se caracteriza como um valor de não uso porque representa um valor atribuído à existência de atributos do meio ambiente, independentemente do uso presente ou futuro. É um valor conferido pelas pessoas a certos recursos ambientais, como florestas e animais em extinção (SERÔA DA MOTTA, 2004).

A atribuição do valor de existência é derivada de uma posição moral, cultural, ética ou altruística em relação aos direitos de existência de espécies não humanas ou da preservação de



outras riquezas naturais, mesmo que estas não representem uso atual ou futuro para o indivíduo. Um exemplo desse valor é a atração da opinião pública pelo salvamento de baleias ou sua preservação em regiões remotas do planeta, onde a maioria das pessoas nunca visitará ou de onde a maioria também nunca terá qualquer benefício de uso (MARQUES, 2004; SERÔA DA MOTTA, 2004). A literatura apresenta dois métodos de valoração ambiental, o método direto e o indireto (CCAD-PNUD/GEF, 2002; MAIA, 2002; MAIA; ROMEIRO; REYDON, 2004; CARVALHO, 2005).

### 2.2.1 Métodos diretos de valoração ambiental

Os métodos diretos de valoração consistem em obter as preferências dos consumidores através da disposição a pagar dos indivíduos para bens e serviços ambientais (MAIA, 2002; MAIA; ROMEIRO; REYDON, 2004) e dividem-se em método de valoração contingente (MVC), custos de viagem (CV) e preços hedônicos (PH) (CARVALHO, 2005; MAIA, 2002; MAIA; ROMEIRO; REYDON, 2004). Esses métodos procuram captar as preferências das pessoas utilizando-se de mercados hipotéticos ou de mercados de bens complementares para obter a disposição a pagar (DAP) dos indivíduos pelo bem ou serviço ambiental. A preferência revelada envolve a análise do mercado real de bens e serviços que são afetados por impactos ambientais (poluição do ar ou da água), em que os indivíduos fazem uma escolha entre o impacto ambiental (poluição) e outros bens ou renda. Partem do pressuposto de que a variação da quantidade ou da qualidade do recurso ambiental irá afetar diretamente os padrões de bem-estar da população e, por isso, permitem estimar a disposição de as pessoas pagarem pela qualidade ambiental ou a disposição de receberem para aceitar as alterações do ambiente (MAIA, 2002).

#### 2.2.1.1 Método de valoração contingente (MVC)

É aplicado a bens e serviços não existentes no mercado, como, por exemplo, a perda de biodiversidade. As pessoas são interrogadas sobre suas disposições a pagar para evitar/corriger ou a receber para aceitar a alteração na provisão de um bem e serviço

ambiental, mesmo que nunca o tenha utilizado antes (CARVALHO, 2005). Embora seja criticado por muitos autores, em muitos casos é o único método capaz de captar valores de existência de bens e serviços ambientais e adaptável à maioria dos problemas ambientais (MAIA, 2002).

#### *2.2.1.2 Método custos de viagem*

É empregado para descobrir o valor de um serviço recreativo fornecido por um recurso natural, baseando-se em um elemento que se pode valorar, como, por exemplo, uma viagem realizada por um indivíduo a um sítio particular. Com a aplicação deste método se pretende encontrar a função e a demanda de um espaço com relação às viagens realizadas com fins recreativos (MAIA, 2002; CARVALHO, 2005). Sarmiento (2003) reporta que as preferências reveladas têm sido amplamente usadas como uma aproximação de valoração dos bens e serviços ambientais sem mercado.

#### *2.2.1.3 Método preços hedônicos*

Consiste em separar o preço de um bem privado em função de várias características. Este método busca encontrar um valor de um ativo ambiental que não possui mercado, tais como qualidade do ar e da água, e relacioná-lo com um bem que tem preço e mercado definido, como, por exemplo, uma habitação. Essas características possuem valor implícito e, mediante sua adição, levam-se em conta determinadas considerações que ajudam na obtenção do valor de um bem (MAIA, 2002). Sarmiento (2003) explica que a melhor maneira de visualizar o preço hedônico é exemplificando uma residência que tem certo valor de mercado segundo suas características, tais como superfície, estado da construção etc. Porém, a esse valor devem ser acrescentadas outras variáveis, como distâncias dos centros comerciais, zonas verdes, níveis de contaminação, ruído, presença de escolas e centros de saúde etc.

O Quadro 2 apresenta um resumo dos métodos diretos de valoração ambiental apresentados anteriormente.

<b>Tipo</b>	<b>Método</b>	<b>Subdivisão</b>	<b>Características</b>
<b>Métodos diretos</b>	Método de valoração contingente (MVC)	Individual	Baseia-se em mercados hipotéticos criados com o objetivo de encontrar o quanto o indivíduo está disposto a pagar (DAP) por um bem ou serviço ou receber uma compensação (DAC) por algum dano
		Grupal	Esta variante do método de valoração contingente busca a DAP ou DAC dada por um grupo de pessoas
		Ordenação contingente	Baseia-se no fato de ordenar uma quantidade de opções dadas que representam o valor de um bem ou um benefício em particular, segundo a percepção do indivíduo
		Pontuação contingente	Consiste em pontuar ou valorar determinada opção apresentada ao entrevistado
	Método do custo de viagem (MCV)	Individual	Baseado nos valores individuais despendidos em visitas em sítios naturais com fins recreativos
		Zonal	É o valor de custo de viagem analisado por zonas. Dessa maneira se obtém uma curva de demanda de recreação em função das distâncias percorridas
	Método de preços hedônicos		Trata de encontrar um valor de um ativo ambiental que não possui mercado, tais como qualidade do ar e da água etc., e relacioná-lo com um bem que tem preço e mercado definido, como, por exemplo, uma habitação
	Métodos combinados	Método hedônico de custo de viagem	Os indivíduos elegem um lugar para viajar segundo as características ambientais do local
		Método do custo de viagem contingente	Pergunta-se às pessoas quantas vezes iriam visitar um parque ou área natural
		Método de preços hedônicos contingente	Pergunta-se aos indivíduos quanto estariam dispostos a pagar por uma melhoria ambiental, por exemplo, uma casa livre de ruídos

Quadro 2 – Resumo dos métodos diretos de valoração ambiental  
 Fonte: Adaptado de: SARMIENTO (2003).

### 2.2.2 Métodos indiretos de valoração ambiental

Os métodos indiretos de valoração buscam obter o valor do recurso através de uma função de produção, relacionando o impacto das alterações ambientais a produtos com preços no mercado (MAIA, 2002). Esses métodos estimam o impacto de uma alteração ambiental na produção de bens e serviços comercializáveis, como, por exemplo, o nível de poluição de um rio que afeta a produção pesqueira e, conseqüentemente, os rendimentos de uma comunidade ribeirinha (MAIA, 2002; CARVALHO, 2005). Maia (2002) acredita que, embora as estimativas indiretas sejam quase sempre subestimadas, por captarem apenas valores de uso dos recursos ambientais, muitas vezes são suficientes para viabilizar, por exemplo, o uso

sustentável de um ambiente. Entretanto, em muitas situações a maior parte do valor de um recurso ambiental provém de valores de não uso, relacionados à ética, cultura, religião ou simples preservação de habitats naturais. Nessas circunstâncias, os métodos diretos são os únicos capazes de captar esses tipos de valores através da disposição a pagar direta da população pelo bem ou serviço ambiental (MAIA, 2002; MAIA; ROMEIRO; REYDON, 2004).

Os métodos indiretos de valoração tomam como base os preços de mercado disponíveis e estimam o valor de um recurso ambiental através de uma função de produção. Aplicam-se quando uma mudança na qualidade ambiental ou disponibilidade de um recurso afeta a produção ou a produtividade. Esses métodos exigem o conhecimento da relação entre a alteração ambiental e o impacto econômico na produção, que pode ser calculado diretamente no preço de mercado do produto afetado (produtividade marginal) ou em um mercado de bens substitutos (custos evitados, custos de controle, custos de reposição, custos de oportunidade) (MAIA; ROMEIRO; REYDON, 2004).

#### *2.2.2.1 Método da produtividade marginal*

Atribui um valor ao uso da biodiversidade relacionando a quantidade, ou qualidade, de um recurso ambiental diretamente à produção de outro produto com preço definido no mercado. O recurso ambiental no processo produtivo será representado por uma função dose-resposta que relaciona o nível de provisão do recurso ambiental ao nível de produção do produto no mercado. Essa função irá mensurar o impacto no sistema produtivo mediante uma variação marginal na provisão do bem ou serviço ambiental e, a partir dessa variação, estimar o valor econômico de uso do recurso ambiental (MAIA, 2002).

Um exemplo de função dose-resposta dado por Maia (2002) é o nível de contaminação da água representando a dose de poluição e a queda da qualidade dos rios e a consequente diminuição da produção pesqueira representando a resposta. Outra exemplificação feita por Denardin (2009) são os custos e os níveis de produção de alguns produtos agrícolas que podem ser afetados pela redução da qualidade do solo, devido ao aumento da poluição atmosférica. Os efeitos dessa mudança nos custos e na quantidade produzida serão observados pelos indivíduos através do sistema de preços, possivelmente pela observação de preços mais altos no mercado de produtos agrícolas.

Maia (2002) alerta que o método de produtividade marginal estima apenas uma parcela dos benefícios ambientais e os valores tendem a ser subestimados. A função de produção capta apenas valores de uso direto e indireto do recurso ambiental. Valores de opção e valores de existência, como a preservação das espécies, não fazem parte das estimativas, pois a função de produção capta apenas os valores de uso do recurso ambiental. Segundo Carvalho (2005), essa abordagem é útil para valorar impactos ambientais que afetam, por exemplo, a produtividade pesqueira, agrícola ou de florestas.

#### *2.2.2.2 Método dos custos evitados*

É muito utilizado em estudos de mortalidade e morbidade humana. Estima o valor de um recurso ambiental através dos gastos com atividades defensivas substitutas ou complementares, por meio de uma aproximação monetária sobre as mudanças desses atributos ambientais. Por exemplo, quando uma pessoa paga para ter acesso à água encanada, ou compra água mineral em supermercados, supõe-se que esteja avaliando todos os possíveis males da água poluída e indiretamente valorando sua disposição a pagar pela água descontaminada (MAIA, 2002; MAIA; ROMEIRO; REYDON, 2004). Quanto mais efeitos positivos forem identificados (custos evitados), maior será o benefício social gerado pelo investimento em prevenção (CCAD-PNUD/GEF, 2002).

Todavia, a CCAD-PNUD/GEF (2002) aponta algumas desvantagens nessa metodologia relacionadas à estimação dos benefícios não tangíveis: a) a dificuldade de estimar os benefícios econômicos e sociais e de determinar como devem ser repartidos o excedente do consumidor e o do produtor; b) quando ocorrem mudanças na qualidade ambiental, os produtores tomam medidas defensivas, tais como mudanças de culturas mais resistentes, o que dificulta identificar se o aumento da qualidade ambiental e a quantidade de bem-estar se devem unicamente às medidas preventivas adotadas, por isso os preços não se mantêm constantes. Assim, a mudança não necessariamente reflete unicamente na melhoria ambiental resultante das medidas preventivas; e c) a mudança na combinação de fatores é uma situação dificilmente comparável.

### 2.2.2.3 Método custos de controle

Trata dos dispêndios essenciais para evitar alteração do bem ambiental e manter a qualidade dos benefícios gerados à população. É o caso do tratamento de esgoto, para evitar a poluição dos rios, e um sistema de controle de emissão de poluentes de uma indústria, para impedir a contaminação da atmosfera. Embora o controle da degradação limite o consumo presente do capital natural, este mantém um nível sustentável de exploração e aumenta os benefícios da população em longo prazo, possibilitando o aproveitamento futuro dos recursos naturais (MAIA, 2002).

Maia (2002) relata que a maior dificuldade do método custos de controle está relacionada à estimação dos custos marginais de controle ambiental e dos benefícios gerados pela preservação, uma vez que os investimentos de controle ambiental tendem a gerar diversos benefícios, necessitando de um estudo rigoroso para identificação de todos eles. Também não há um consenso sobre o nível adequado de sustentabilidade, porque as pessoas encontram sérias dificuldades para ajustar os custos aos benefícios marginais e determinar o nível ótimo de provisão do recurso natural.

### 2.2.2.4 Método custos de reposição

Consiste em estimar os gastos necessários para reposição ou reparação de um bem ambiental após ter sido danificado. É o caso do reflorestamento em áreas desmatadas e da fertilização para manutenção da produtividade agrícola em áreas onde o solo foi degradado. Suas estimativas baseiam-se em preços de mercado para repor ou reparar o bem ou serviço danificado, partindo do pressuposto de que o recurso ambiental possa ser devidamente substituído (MAIA, 2002).

Uma das desvantagens do método custos de reposição identificadas por Maia (2002) é que, por maiores que sejam os gastos envolvidos na reposição, nem todas as propriedades de um atributo ambiental serão repostas pela simples substituição do recurso. O autor acredita que os reflorestamentos estão longe de recuperar toda a biodiversidade existente em uma floresta nativa, assim como a reposição da fertilidade do solo através da adubação química nunca irá substituir a perda do solo que levou milhões de anos para se constituir. Como nem

todas as propriedades do bem ambiental serão repostas, as estimativas tendem a ser subestimadas. Porém, este método fornece uma aproximação dos prejuízos econômicos causados pela alteração na provisão do recurso natural.

#### 2.2.2.5 Método custos de oportunidade

Implica um custo que deve ser mensurado para permitir a distribuição dos benefícios da conservação entre os diversos agentes. Toda conservação traz consigo um custo de oportunidade das atividades econômicas que poderiam estar sendo desenvolvidas na área de proteção. O custo de oportunidade representa as perdas econômicas da população em virtude das restrições de uso dos recursos ambientais. O benefício da conservação seria o valor de uso do recurso ambiental, estimado pela receita perdida em virtude do não aproveitamento em outras atividades econômicas (MAIA, 2002).

O Quadro 3 apresenta um resumo dos métodos indiretos de valoração ambiental apresentados anteriormente.

<b>Métodos Indiretos</b>	Método da produtividade marginal	Atribui um valor ao uso da biodiversidade relacionando a quantidade, ou qualidade, de um recurso ambiental diretamente com a produção de outro produto com preço definido no mercado
	Método de custos evitados	Calculam-se os custos para evitar uma mudança de qualidade ambiental das pessoas
	Método de custos de controle	Calculam-se os custos para evitar uma mudança de qualidade ambiental das pessoas
	Método de custos de reposição	Consiste em estimar os gastos necessários para reposição ou reparação de um bem ambiental após ter sido danificado
	Método de custos de oportunidade	Implica um custo que deve ser mensurado para permitir a distribuição dos benefícios da conservação entre os diversos agentes

Quadro 3 – Resumo dos métodos indiretos de valoração ambiental

Fonte: Adaptado de: SARMIENTO (2003).

Maia, Romeiro e Reydon (2004) relatam que ainda não há um consenso quanto à eficiência de um método em relação ao outro, mesmo porque não há como precisar o real preço de um bem ou serviço ambiental e também porque ainda existe um profundo desconhecimento das complexas relações da biodiversidade, da capacidade de regeneração do ambiente e seu limite de suporte das atividades humanas, por isso, diante da falta de conhecimento científico capaz de estabelecer com segurança a cadeia de impactos ao longo do tempo, cabe ao analista que valora explicitar com exatidão os limites dos valores estimados e o grau de validade de suas mensurações para o fim desejado (ALMEIDA, 2008). E a escolha de um ou outro método de valoração econômica ambiental depende do objetivo da valoração, das hipóteses consideradas, da disponibilidade de dados e do conhecimento científico a respeito da dinâmica ecológica do objeto em questão (SERÔA DA MOTTA, 2004).

Verifica-se que existem vários métodos de valoração ambiental. Todavia, devido à complexidade dos objetos de análise e à virtual impossibilidade de se obterem modelos confiáveis para representar a sequência dinâmica dos efeitos antrópicos, tanto a economia ambiental quanto a economia da educação e da saúde, no estado atual do conhecimento, enfrentam dificuldades de encontrar mensurações econômicas precisas e definitivas, embora seja internacionalmente reconhecido que as tentativas nesse sentido podem contribuir para orientar a política econômica e ambiental (ALMEIDA, 2008).

### 2.3 BENS E SERVIÇOS AMBIENTAIS

Os ecossistemas fornecem uma ampla variedade de bens e serviços ambientais, incluindo o sequestro de carbono, a conservação da biodiversidade, a proteção de bacias hidrográficas, o paisagismo, entre outros (COSTANZA et al., 1997; FEARNSSIDE, 1997; GROOT; WILSON; BOUMANS, 2002; SERÔA DA MOTTA, 2002). Conhecer e reconhecer socialmente esses serviços permite uma melhor compreensão da importância dos recursos biológicos para o desenvolvimento ecológico e social, e também motiva uma consciência mais ampla sobre a conservação e o uso sustentável da biodiversidade.

Os bens e serviços ambientais são as funções ecossistêmicas dos diferentes habitats, sistemas ou processos biológicos do ecossistema, responsáveis pela produção de alimentos e serviços de assimilação de resíduos. Representam os benefícios das populações humanas, que direta ou indiretamente necessitam dessas funções (COSTANZA et al., 1997). Costanza et al.



(1997) identificaram um grande número de funções e serviços do ecossistema úteis para a sobrevivência das espécies, os quais estão agrupados em 17 categorias (Quadro 4).

<b>N.o</b>	<b>Bens e serviços ambientais</b>	<b>Funções</b>	<b>Exemplos</b>
1	Regulação de gases	Regulação da composição química atmosférica	Balanco nos níveis de CO <sub>2</sub>
2	Regulação do clima	Regula a temperatura global, a precipitação e outros processos climáticos locais e globais	Regulação de gases de efeito estufa
3	Regulação de distúrbios	Capacidade de o ecossistema dar resposta e adaptar-se às flutuações ambientais	Proteção de tormentas, inundações, secas, resposta dos habitats às mudanças ambientais
4	Regulação hídrica	Regulação dos fluxos hidrológicos	Provisão de água (irrigação, agroindústria, transporte aquático)
5	Suprimento de água	Armazenamento e retenção de água	Provisão de água mediante bacias, reservatórios e aquíferos
6	Retenção de sedimentos e controle de erosão	Detenção do solo dentro do ecossistema	Prevenção de perda de solo pelo vento etc., armazenamento de água em lagos e umidade
7	Formação de solos	Processo de formação de solos	Meteorito de rochas e acumulação de matéria orgânica
8	Clivagem de nutrientes	Armazenamento, reciclagem interna, processamento e aquisição de nutrientes	Fixação de nitrogênio, fósforo, potássio etc.
9	Tratamento de resíduos	Recuperação de nutrientes móveis, remoção e decomposição de nutrientes e compostos	Tratamento de resíduos, controle de contaminação e desintoxicação
10	Polinização	Movimento de gametas florais	Provisão de polinizadores para reprodução de populações de plantas
11	Controle biológico	Regulação trófica dinâmica de populações	Efeito predador para o controle de espécies, redução de herbívoros por outros predadores
12	Refúgio de espécies	Habitat para populações residentes e migratórias	Sementes, habitat de espécies migratórias, locais
13	Produção de alimentos	Produção bruta de bens extrativistas	Produção de peixes, borracha, cultivos, frutas etc.
14	Matéria-prima	Produção bruta extrativista e matérias-primas	Produção de madeira, lenha e pastagens
15	Recursos genéticos	Fontes de material biológico e produtos únicos	Medicina com produtos para o avanço científico, genes de resistência a patógenos e pestes de cultivos etc.
16	Recreação	Prover oportunidades para atividades recreativas	Ecoturismo, pesca esportiva etc.
17	Cultural	Prover oportunidades para usos não comerciais	Estética, artística, educacional, espiritual, valores científicos do ecossistema

Quadro 4 – Serviços ambientais e funções do ecossistema

Fonte: Adaptado de: COSTANZA et al. (1997).

Costanza et al. (1997) descrevem que os bens e serviços ambientais não são adequadamente transacionados em mercados comerciais ou devidamente quantificados em termos economicamente comparáveis, e muitas vezes recebem pouca atenção nas estratégias das empresas e nas decisões políticas. Todavia, essa negligência pode comprometer a sustentabilidade dos humanos e da biosfera.

Fearnside (1997) menciona três serviços ambientais fundamentais que dão suporte para a sustentabilidade dos humanos e da biosfera e que garantem o desenvolvimento sustentável, são a manutenção da biodiversidade, o carbono e o ciclo da água.

A **manutenção da biodiversidade** – possui alguns benefícios locais diretos, como, por exemplo, o provisionamento do estoque de material genético de plantas e animais necessários para atingir um grau de adaptação ao manejo dos sistemas agrícolas que sacrificam a biodiversidade em áreas próximas desprotegidas. Entretanto, o estoque de compostos químicos úteis e de materiais genéticos para emprego fora do local representa um investimento na proteção de gerações futuras e em lugares distantes das consequências da falta desse material (FEARNSIDE, 1997).

Fearnside (1997) descreve que esse valor é diferente do valor comercial dos produtos que podem ser negociados no mercado futuro, o que representa uma oportunidade local perdida caso a biodiversidade for destruída. Um exemplo é a utilização medicinal para a cura de uma doença temida, que vale mais para a humanidade do que o dinheiro que se pode ganhar pela venda da droga. No entanto, o autor admite que negociar a proteção da biodiversidade é um tanto complexo porque representa encontrar o equilíbrio entre duas linhas de argumento opostas.

Onde, do lado dos países detentores da biodiversidade, há a ameaça implícita de chantagem: ou os países “desenvolvidos” pagam o valor que for exigido, ou as florestas serão cortadas e as espécies que elas contêm sacrificadas. Do outro lado, há a implicação de que os países detentores da biodiversidade, de qualquer forma, devem proteger a sua herança natural, e assim quaisquer pagamento do exterior são estritamente opcionais (FEARNSIDE, 1997, p. 321).

Fearnside (1997) relata que o valor da biodiversidade é determinado pobremente, pois, enquanto qualitativamente é um bem precioso, a vontade de pagamento mundial em geral é um fator limitante de quanto esse valor pode ser traduzido em fluxo monetário. Todavia, é crescente o interesse mundial pela preservação, o que sinaliza um aumento substancial do valor desses bens e serviços no futuro.

**Carbono** – A floresta tem papel importante na redução do aquecimento global devido ao seu grande estoque de carbono, tanto na biomassa como no solo. E, quando existe a retirada de cobertura vegetal de uma floresta, o estoque de carbono é perdido, uma vez que essas florestas absorvem o dióxido de carbono, principal gás do efeito estufa (SERÔA DA MOTTA, 2002). Manter os estoques de carbono também representa um serviço ambiental precioso, uma vez que uma tonelada de carbono armazenado pelas florestas chega a atingir até US\$ 66,00 (FEARNSIDE, 1997).

Fearnside (1997) reporta que, ao contrário da biodiversidade, o carbono é completamente permutável, por exemplo, um átomo de carbono estocado na Amazônia tem o mesmo efeito atmosférico que um átomo de carbono estocado em uma plantação de eucalipto ou no subsolo como combustível fóssil. O que pode variar é o tempo durante o qual o carbono fica retido sob circunstâncias diferentes. Porém, quando as comparações são feitas em uma base de tonelada/ano de carbono, elas são completamente equivalentes.

**Ciclo da água** é o movimento infinito e circular que a água faz na natureza. Esse movimento ocorre através do processo de evaporação das águas da superfície, de rios, lagos, oceanos e terra e também por meio da transpiração dos seres vivos. O vapor de água, proveniente da evaporação, forma as nuvens na atmosfera; e, quando essas nuvens ficam sobrecarregadas e atingem altitudes elevadas, ocorrem as chuvas. A água dessas chuvas vai para os oceanos, rios e lagos, formando a evaporação e o ciclo da água. É através do ciclo da água que ocorrem as variações climáticas, criação de condições para o desenvolvimento de plantas e animais (ECOL NEWS, 2009).

Fearnside (1997) acredita que uma das consequências da conversão maciça de floresta em pastagens e culturas é a diminuição da pluviosidade na Amazônia e em regiões vizinhas. Todavia, ninguém sabe quanto é a contribuição da água proveniente da Amazônia para a agricultura no Sul do Brasil nem o quanto da safra é afetado pela perda dessa água. O autor estima a safra agrícola brasileira em US\$ 65 bilhões anualmente; e, se uma fração dessa for perdida devido à redução do vapor de água, traduzir-se-ia em um impacto financeiro substancial.

### 2.3.1 Impactos ambientais

A importância dos bens e serviços ambientais para a sobrevivência das espécies e os impactos sofridos fizeram com que a Comissão Centro-Americana de Meio Ambiente e Desenvolvimento (CCAD), o Fundo Global para o Meio Ambiente (Global Environmental Facility – GEF) e o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (CCAD-PNUD/GEF) desenvolvessem o projeto para a consolidação do Corredor Biológico Mesoamericano, um programa de cooperação do Sistema de Integração Centro-Americana que reúne os países do Panamá, da Costa Rica, da Nicarágua, de Honduras, de El Salvador, da Guatemala, de Belice e do México (CCAD-PNUD/GEF, 2002).

Para isso, o CCAD-PNUD/GEF (2002) criou um guia de valoração econômica de bens, serviços e impactos ambientais. Esse guia sugere que, antes de valorar economicamente os serviços ambientais, é necessário quantificá-los fisicamente e subdividi-los em elementos mais tangíveis a fim de possibilitar maior facilidade de formação de preços de mercado. Essa subdivisão é classificada em biodiversidade genética, espécies e ecossistemas: biodiversidade genética é a soma total da informação genética contida nos genes dos indivíduos de plantas, animais e micro-organismos; espécies é a população na qual cada fluxo de genes ocorre sob condições naturais; a diversidade ecossistêmica se refere aos distintos habitats, à comunidade biótica e aos processos ecológicos na biosfera, assim como à diversidade nos ecossistemas.

Os elementos para efeitos de valoração dos bens e serviços ambientais e impactos são caracterizados pelo CCAD-PNUD/GEF (2002) da seguinte forma: a) bens ambientais são recursos tangíveis utilizados pelo ser humano como insumo na produção e no consumo final; b) serviços ambientais têm como principal característica o não consumo e a transformação, mas geram utilidades indiretas como, por exemplo, a paisagem oferecida por um ecossistema; e c) impactos ambientais, também conhecidos como externalidades, são o resultado ou o efeito da atividade econômica de uma pessoa sobre o bem-estar de outra ou de um ecossistema. O CCAD-PNUD/GEF (2002) destaca que, para que o aproveitamento dos recursos naturais seja sustentável, a soma dos benefícios deve superar a soma dos custos. A Figura 1 mostra a forma esquemática de como deveria ser o uso e o consumo dos recursos naturais.

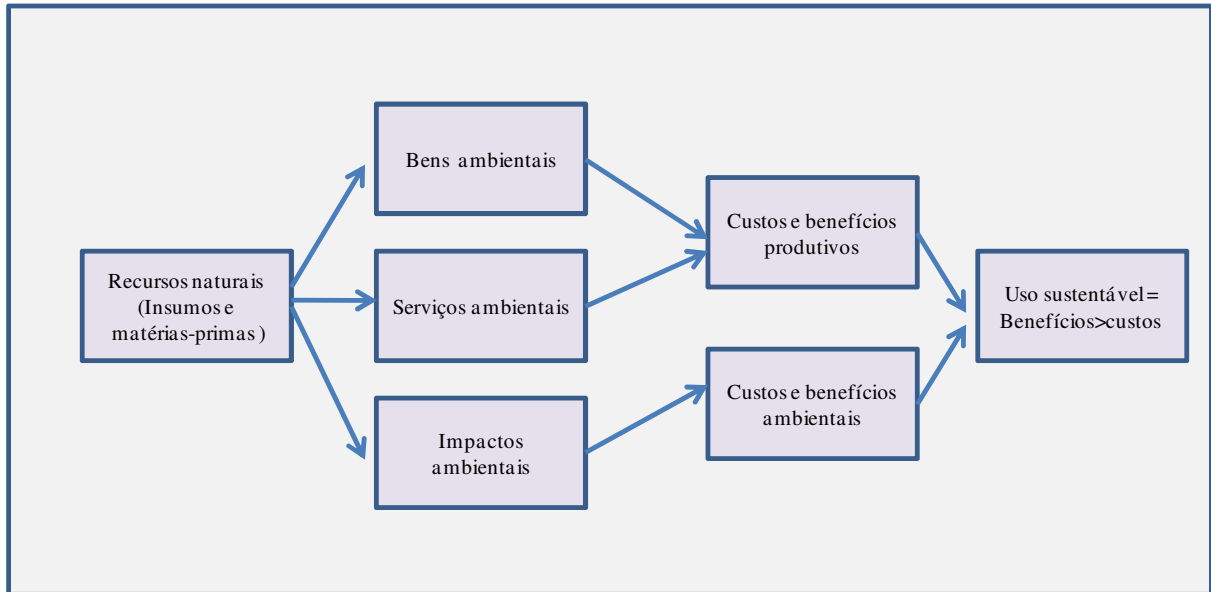


Figura 1 – Custos *versus* benefícios pelo uso dos recursos naturais  
 Fonte: Adaptado de: BARZEV (2000 apud CCAD-PNUD, 2002).

Os bens e serviços ambientais possuem custos de exploração (tirar proveito econômico de determinada área) e geram benefícios por seu aproveitamento. Já os impactos ambientais podem ser negativos ou positivos e geram tanto custos quanto benefícios ambientais (CCAD-PNUD/GEF, 2002).

### 2.3.2 Valoração dos bens e serviços ambientais

Costanza et al. (1997) identificaram que os serviços do ecossistema e do capital natural do mundo geram em torno de 33 trilhões de dólares por ano. O estudo baseou-se em uma revisão da literatura, juntamente com alguns cálculos originais, durante uma semana de *workshop* no novo Centro Nacional de Ecologia Análise e Síntese, da Universidade da Califórnia. As informações complementares para cada serviço do ecossistema originaram estimativas de mais de cem estudos e diversos métodos de valoração. Para os bens e serviços das florestas tropicais, clima predominante no Brasil, os autores identificaram um valor de 2.007 dólares por hectare/ano, sendo 46% representados pela ciclagem de nutrientes. Já para os biomas com gramíneas e pastagens (Cerrado), o valor encontrado foi de US\$ 232/ha (COSTANZA et al., 1997).

Nijkamp, Vindigni e Nunes (2008), com base em uma meta-análise, agruparam 75 estudos de casos realizados em diversos países sobre valoração ambiental. Nessa meta-análise os autores identificaram a média de quanto as pessoas estão dispostas a pagar por ano pelos serviços ambientais. O Quadro 5 apresenta os tipos de serviços ambientais, a média dos valores (euro por pessoa/ano) e os países de estudo.

Tipos de serviços ambientais	Disposição a pagar/ano (€) por pessoa (2006)	Países de estudo
Preservação da biodiversidade	28,66	Reino Unido, Noruega, Alemanha
Preservação de animais silvestres	1,8	Reino Unido
Parques nacionais e reservas	8,7	Reino Unido, Hungria
Zonas úmidas	35,0	Reino Unido, Áustria
Nascentes d'água	27,2	Reino Unido, Noruega
Paisagens	57,5	Reino Unido, Países Baixos, Áustria, Suécia
Proteção das espécies ameaçadas	120,9	Reino Unido, Suécia, Noruega
Matas e florestas	18,8	Reino Unido, Países Baixos, Suécia, Noruega

Quadro 5 – A média de disposição a pagar para a biodiversidade e o hábitat dos serviços e valores  
Fonte: NIJKAMP, VINDIGNI e NUNES (2008).

Destaca-se no Quadro 5 que a proteção das espécies ameaçadas de extinção e das paisagens obteve maiores valores de disposição a pagar pelas pessoas, já a preservação de animais silvestres foi o serviço que recebeu menor valor para sua preservação.

Camphora e May (2006), com base em uma coletânea de 11 estudos, identificaram os valores dos serviços ambientais das unidades de conservação da Mata Atlântica, no Brasil, no período de 1994 a 2003. O Quadro 6 apresenta o local do estudo, os métodos utilizados e os valores estimados.

Local autor e data	Método	Atributos valorados	Valores estimados	Finalidade
Estação Ecológica de Jataí, SP (OBARA et al., 2000)	MVC	DAP da população do município de Luiz Antônio pela manutenção da unidade de conservação (UC)	R\$ 49.034,70/ano	Identificar, através da DAP, o valor atribuído pelas populações urbana e rural do município aos bens e serviços ambientais oferecidos pela EE Jataí.
PARNA Superagüi, PR (MEDEIROS, 2000)	Análise custo-benefício	Benefícios diretos e indiretos da biodiversidade e custos da manutenção da unidade de conservação	23,12 = Relação custo-benefício (= R\$ 3.104.993/ R\$ 134.290 anual) R\$ 2,8 milhões/ano – valor de existência	Estimar, sob uma perspectiva ecológica, os benefícios líquidos anuais da biodiversidade do PARNA, principalmente a existência, além de situar os beneficiários e os custos de manutenção.
Estação Ecológica de	MVC, bens	Funções ecossistêmicas de	US\$ 708,83/ha/ano – valor socioeconômico	Propor uma matriz de valoração socioeconômica total dos

Local autor e data	Método	Atributos valorados	Valores estimados	Finalidade
Jataí, SP (SANTOS et al., 2000)	substitutos, custos evitados, produtividade marginal, custo de reposição	suporte, de produção, de regulação e de informação	total	benefícios gerados pela EE Jataí e aprofundar os mecanismos de valoração dos fatores estruturais e funcionais dos ecossistemas pouco investigados por falta de valor de mercado.
Parque Estadual do Morro do Diabo, SP (ADAMS et al., 2003)	MVC	DAP da população da cidade de São Paulo pelo valor de existência da UC	R\$ 7.080.385/ano	Estimar a DAP da população da cidade de São Paulo não beneficiada pelos bens e serviços ambientais do parque, pelo valor de existência da UC.
Reserva Biológica do Una, BA (HOLMES et al., 1998)	Análise conjunta DAP	Valor de uso e de proteção de uma reserva da Mata Atlântica	i) US\$ 22,08 – US\$ 86,21/pessoa (DAP para uso recreativo com equipamentos diferenciados) ii) US\$ 9,08/pessoa entrevistada (DAP para proteger 50% da Mata Atlântica do sul da BA)	Aprimorar a abordagem metodológica da valoração da biodiversidade, visando dar um suporte para a criação de uma alternativa econômica para a região cacauceira, fundamentada em ecoturismo.
PE Rio Doce, MG (MIKKAILOVA; BARBOSA, 2004)	Custo de viagem MVC Extrapolação inversa	Serviços recreativos e serviços de regulação dos processos ecológicos	i) US\$ 938 mil/ano – serviço recreativo ii) US\$ 261 mil/ano – serviço regulação iii) US\$ 1.516 mil/ano – serviço recreativo através do método custo de viagem	Verificar a análise comparativa entre os métodos de DAP para ecossistemas regionais, visando à criação de indicadores de gestão ambiental.
PARNA Iguaçu, PR (ORTIZ et al., 2001)	Custo de viagem	Valor de uso recreativo da UC	i) US\$ 28.774.267/ano – valor total agr. ii) US\$ 12.542.484/ano – turistas que só visitam o Parque iii) US\$ 34.771.294/ano – sem considerar destinos múltiplos	Estimar o valor de uso recreativo da UC para oferecer subsídios para contrapartida aos gastos orçamentários e priorizar investimentos de manutenção.

Quadro 6 – Estudos sobre valoração de bens e serviços ambientais das unidades de conservação no Brasil, no período de 1994 a 2003

Fonte: CAMPHORA e MAY (2006).

Seguindo a mesma cronologia e linha de raciocínio do estudo de Camphora e May (2006), foi realizado um levantamento das publicações que atribuíam valores aos bens e serviços ambientais. Para isso, usou-se de palavras-chaves como “valoração ambiental”, “valor dos serviços ambientais” e “serviços ambientais” também no Brasil (Quadro 7) no período de 2004 a 2008.

<b>Autores/Método</b>	<b>Métodos</b>	<b>Local</b>	<b>Observações</b>	<b>Valores dos bens ou serviços ambientais</b>
(MIKHAILOVA; BARBOSA, 2004)	MVC	Parque Estadual do Rio Doce – MG	Movimentação (mil/ano)	US\$ 24.798
			Valor total da UC taxa de desconto 3%	US\$ 827 (milhões)
(SILVA. R; LIMA, 2004)	MVC	Parque Chico Mendes – Rio Branco/AC (Floresta Amazônica)	Valor total do parque	R\$ 23.946.380
(COSTA.T. et al, 2004)	MVC	Rio Passo Fundo – RS (RIO)	DAP individual pela manutenção e recuperação do rio	R\$ 7,56/pessoa (não identifica se esse valor é anual ou mensal)
(RIBEMBOIM, 2004)	MVC	Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros – GO	Valor atribuído pelos frequentadores	R\$ 3,3 (milhões)
(ROSADO et al., 2004)	MVC	Rio Meia Ponte – Goiânia/GO	DAP individual para recuperar e conservar a qualidade natural do rio	R\$ 20,26 (não identifica se mensal ou anual)
(FREITAS; PEREIRA; MAIA, 2004)	MVC	Ativos ambientais que sofrem ação da suinocultura Diamantino – MT	Valor de existência dos ativos ambientais	R\$ 1,76/pessoa R\$ 32.484,32/mês R\$ 389.811,84/ano
(SOUSA. G; MOTA, 2006)	MVC	Parque Metropolitano Pituáçu – Salvador/BA	DAP individual pela manutenção do parque	R\$ 7,72/mês
(GAZONI et al., 2006)	MVC	Parque Estadual de Itaúnas – ES (Mata Atlântica)	Gastos totais nas viagens	R\$ 83.251.971,27/ano
			Valor econômico agregado ao parque	R\$ 32.758.992,03/ano
(MÁXIMO, 2006)	MVC	Produtores de café de Viçosa – MG (Mata Atlântica)	DAC solicitado pelos cafeicultores pela troca de um hectare de café por um hectare de mata nativa	R\$ 6.052,63/ha/ano
		(Mata Atlântica)	DAP individual para visitar as grutas	R\$ 1,00 a 10,00
(MATTOS. A et al, 2007))	MVC	APP Microbacia do Ribeirão S. Bartolomeo – Viçosa/MG	DAP individual pela preservação/recuperação	R\$ 27,98/mês
		RIO	Valor econômico do bem ambiental	R\$ 3.863.926,08/ano
(OLIVEIRA FILHO; MONTEIRO, 2007)	MVC	Ecoturismo do Parque Nacional Serra da Capivara – PI (Caatinga Cerrado)	DAP dos ecoturistas	R\$ 7.107/mês
(CIRINO; LIMA, 2008)	MVC	APA São José – MG	DAP por família	R\$ 22,88/mês
		Mata Atlântica Cerrado	Valor do bioma	R\$ 8.555.838,72
(RODRIGUES, S. C. S.; RODRIGUES, 2008)	MVC	Cachoeira da Velha, Cachoeira do Formiga, Fervedouro e Dunas – Tocantins	Valor de uso gerado pelos atrativos naturais	R\$ 59.652/ mês

Quadro 7 – Estudos sobre valoração de bens e serviços ambientais no período de 2003 a 2008

Nota: MVC= Método de valoração contingente; e MCV = Método custo de viagem.

Observa-se que o método mais utilizado para valoração ambiental foi o de valoração contingente (MVC), o que confirma a afirmação de Maia (2002) de que esse é o único método



capaz de captar valores de existência de bens e serviços ambientais e é adaptável à maioria dos problemas ambientais. O panorama exposto nos estudos dos Quadros 5 e 6 contribui para um maior conhecimento dos critérios socioeconômicos considerados para o planejamento e a execução de políticas públicas dirigidas para a conservação dos ecossistemas. Essas contribuições apontam para a ampliação do campo de reflexão social e o do debate técnico, relacionados a critérios ambientais, econômicos e metodológicos, que fundamentam os estudos de valoração ambiental.

Fearnside (1997) teve como objetivo avaliar as compensações internacionais que deveriam ser pagas aos agricultores da Amazônia para evitar o desmatamento. A lógica utilizada no estudo foi de que os serviços ambientais globais da floresta que se perdem com o desmatamento indicariam o benefício da comunidade internacional com a redução do desmatamento e, portanto, o valor dessas compensações. O autor estimou os valores dos serviços ambientais de uso indireto (ciclo hídrico e estocagem de carbono) e os valores de opção e de existência em termos de preservação da biodiversidade.

Inicialmente, Fearnside (1997) utiliza uma estimativa de ciclagem da água fundamentado na hipótese de que a água da região representaria 10% do produto agrícola nacional, o que importaria um valor de US\$ 19,00 por hectare. Para o carbono, adota estudos de sua autoria com parâmetros de 191 t por hectare a um preço médio de US\$ 7,3 pela tonelada de carbono. Os valores de opção e existência foram obtidos com base em outros estudos e totalizaram US\$ 20,00 por hectare/ano. As estimativas de desflorestamento tomaram como referência a taxa de desflorestamento de 1990. O estudo mostrou que o valor total “médio” do dano e, portanto, das compensações referentes ao ano de 1990 seria de US\$ 2.498 milhões, sendo US\$ 552 milhões para biodiversidade, US\$ 1.920 milhões para estocagem de carbono e US\$ 26 milhões para ciclo hídrico.

Torras (2000) utilizou o conceito Vera para estimar o valor econômico de uso direto, indireto de opção e de existência de um hectare de Floresta Amazônica que foi desmatada e sugere sua inserção nas contas nacionais e regionais como custo econômico do desmatamento. A maior parte dos cálculos foi proveniente de outros estudos, muitos não pertencentes à Amazônia nem ao Brasil. O autor justifica a utilização desses estudos devido à ausência de pesquisa dessa natureza realizada no Brasil.

Os valores de uso direto incluem a comercialização de madeira, materiais como resinas, látex e corantes, bem como alimentos, tais como frutas e castanhas. Além disso, os valores do potencial turístico constituem uso direto. Como valor de uso indireto, o autor considerou a capacidade da floresta em sequestrar carbono que ajuda a regular o clima, a

proteção do solo contra erosão, o controle de enchentes e a regulação da água. Para o valor de opção foram considerados as descobertas futuras de uso medicinal e agrícola e os novos benefícios ecológicos gerados pela floresta. Para o valor de existência foram levados em conta os documentários sobre animais selvagens da floresta tropical ou em geral veiculados em programas de TV (TORRAS, 2000). O valor total desses bens e serviços somou US\$ 1.175 e está discriminado na Tabela 4.

Serôa da Motta (2002), seguindo a mesma linha dos estudos anteriores, estimou o custo econômico do desmatamento da Amazônia. As parcelas estimadas foram relativas ao valor de uso direto associado ao extrativismo madeireiro e não madeireiro e ao ecoturismo. Os valores de uso indireto foram relacionados à estocagem de carbono; os valores de opção, relativos à biodiversidade; e os valores de existência, associados à preservação da biodiversidade.

Para os valores de uso direto e indireto que já estão associados às atividades econômicas e transacionadas em mercados, Serôa da Motta (2002) utilizou medidas que refletem variações no excedente do produtor (produção sacrificada medida por receitas líquidas) com base em preços observados ou projetados. Já os valores de opção e existência, ainda não atuantes no mercado e que refletem consumo direto dos indivíduos, foram feitos com base em estimativas.

Na concepção de Serôa da Motta (2002), se os valores dos bens e serviços fossem internalizados ao proprietário local da terra, poderiam viabilizar o uso sustentável da região amazônica, uma vez que iriam incentivá-lo a não desmatar. Por outro lado, para outras regiões do país, acredita-se que, se esses custos fossem internalizados aos processos produtivos que exigem desmatamento e degradação, certas culturas talvez não seriam tão viáveis economicamente.

A Tabela 4 apresenta os valores discriminados dos bens e serviços dos estudos listados anteriormente. O estudo de Costanza et al. (1997) apresenta os valores dos bens e serviços atribuídos à Mata Atlântica, já os demais foram realizados na Amazônia brasileira.

Tabela 4 – Valor dos bens e serviços ambientais de uso direto, indireto de opção e de existência

Bens e serviços ambientais	Costanza et al. (1997)	Fearnside (1997)	Torras (2000)	Serôa da Motta (2002)	Média em US\$
<b>Direto</b>	<b>500,00</b>	<b>20,00</b>	<b>549,00</b>	<b>37,70</b>	276,68
1. Madeira de lei	315,00		307,00	28,50	162,63
2. Biodiversidade		20,00			5,00
3. Alimentos	32,00		131,00		40,75
4. Matérias-primas não alimentares			74,00	0,20	18,55
5. Recursos genéticos	41,00				10,25
6. Recreação	112,00		37,00	9,00	39,50
<b>Uso Indireto</b>	<b>1.506</b>	<b>1.404</b>	<b>414,00</b>	<b>18,00</b>	835,50
7. Ciclagem de nutrientes	922,00				230,50
8. Tratamento de rejeitos	87,00				21,75
9. Carbono 191/t Unitário US\$ 7,30		1.394,30			348,58
10. Regulação do clima	223,00		153,00	18,00	98,50
11. Regulação de perturbação	5,00		4,00		2,25
12. Regulação da água	14,00	19,00	19,00		10,75
13. Controle de erosão	255,00		238,00		123,25
<b>Valor de opção</b>			<b>18,00</b>	<b>21,00</b>	<b>9,75</b>
14. Futuros benefícios medicinais			18,00	21,00	9,75
<b>Soma dos benefícios de uso</b>	<b>2.006</b>		<b>981,00</b>	<b>76,50</b>	<b>1.122</b>
<b>15. Valor de existência</b>	<b>2,00</b>		<b>194,00</b>	<b>31,20</b>	<b>56,80</b>
<b>Total geral</b>	<b>2.008</b>	<b>1.433,30</b>	<b>1.175</b>	<b>107,90</b>	<b>1.178,80</b>

Observa-se na Tabela 4 que os valores dos bens e serviços ambientais diferem consideravelmente. Acredita-se que essas diferenças foram influenciadas pelas diversas metodologias de cálculo utilizadas; contudo, é possível conjecturar o valor dos bens e serviços da Amazônia, visto que a maioria dos estudos foi realizada naquele bioma.

#### 2.4 GASES DE EFEITO ESTUFA

A atmosfera, que garante vida na terra sob a forma de plantas e animais, é constituída por 78% de nitrogênio (N<sub>2</sub>), 21% de oxigênio (O<sub>2</sub>) e 1% de outros gases. Alguns desses gases são responsáveis pelos chamados gases de efeito estufa – GEEs (GOLDEMBERG, 1990). Os principais gases que constituem a camada estufa são o vapor d'água (H<sub>2</sub>O), o dióxido de

carbono ( $\text{CO}_2$ ), o óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), o metano ( $\text{CH}_4$ ), o óxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) os hidrofluorcarbonos (HFCs), os perfluorcarbonados ( $\text{PFC}_5$ ), o hexafluoreto de enxofre ( $\text{SF}_6\text{O}$ ), o clorofluorcarbono (CFC) e o perfluormetano ( $\text{CF}_4$ ) (GOLDEMBERG, 1990; SCARPINELLA, 2002; EUROPEAN COMMISSION, 2003; IPCC, 2007; ROCHA; PAIANO; MELLO, 2007).

O efeito estufa é um fenômeno natural. O vapor d'água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) e o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) têm a função de permitir que as ondas eletromagnéticas que irradiam do sol atravessem a atmosfera e aqueçam a superfície terrestre. Isso impede que ocorra uma perda demasiada de calor irradiado para o espaço, mantendo a terra aquecida, inclusive durante a noite (SCARPINELLA, 2002; ROCHA; PAIANO; MELLO, 2007). No entanto, Goldemberg (1990) alerta que o aumento da quantidade de  $\text{CO}_2$  na atmosfera pode levar a importantes variações climáticas, porque ele ajuda a reter mais calor na superfície da Terra.

Após a Era Industrial, os GEEs começaram a crescer em ritmo acelerado, e isso fez com que o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e a Organização Meteorológica Mundial (OMM), preocupados com essa evolução, estabelecessem, em 1988, um Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC).

O objetivo desse painel é analisar a informação científica necessária para abordar o problema das mudanças climáticas, avaliar suas consequências ambientais e socioeconômicas e formular estratégias de respostas realistas (IPCC, 2007). O IPCC conta com mais de quinhentos autores principais, dois mil revisores, e é baseado em uma ampla comunidade científica e submetido ao escrutínio de mais de cem nações participantes (IPCC, 2007).

O IPCC reporta que as atividades humanas geram emissões de quatro GEEs de grande permanência na atmosfera. Esses gases são  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  e o halocarbono (grupo de gases que contêm flúor, cloro ou bromo). O  $\text{CO}_2$  é o principal responsável pelo efeito estufa, correspondendo a 74% do total dos gases encontrados na atmosfera; é provocado pela queima de combustíveis fósseis (56,6%), pelo desmatamento e pela degradação da biomassa (17,3%). O  $\text{CH}_4$  é provocado pela utilização de combustíveis fósseis, pela criação de gado, pelo cultivo de arroz e por lixões. O  $\text{N}_2\text{O}$  é oriundo, principalmente, das atividades humanas, mais precisamente da agricultura e das mudanças associadas ao uso da terra. Os halocarbonos também têm como principal causa as ações antrópicas (IPCC, 2007).

A Figura 2 apresenta, em nível mundial, a origem dos gases responsáveis pelo efeito estufa e o percentual de contribuição de cada um deles.

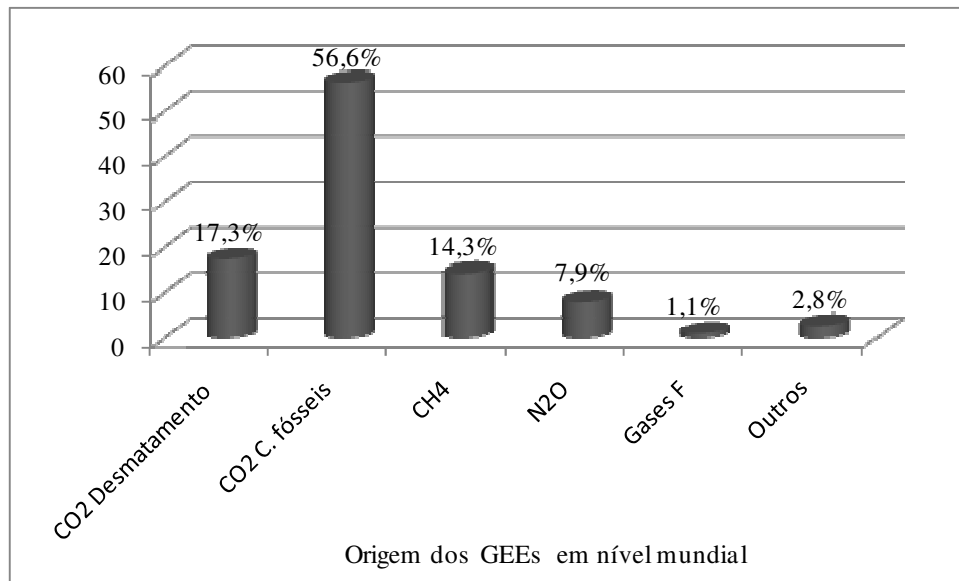


Figura 2– Gases responsáveis pelo efeito estufa em nível mundial  
Fonte: Adaptado de: IPCC (2007).

O IPCC (2001) aponta que a maior parte das emissões antropogênicas de CO<sub>2</sub> na atmosfera, durante os últimos vinte anos, se deve à queima de combustíveis fósseis e às mudanças do uso da terra e das florestas. E a concentração atmosférica de CO<sub>2</sub> aumentou mais de 30% desde 1750. Esse índice de concentração não havia superado os últimos 420 mil anos. Na Tabela 5 é possível visualizar essa evolução e a concentração desses gases na Era Pré e Pós-Industrial, o ritmo de mudança e o percentual de aumento na concentração.

Tabela 5 – Gases de efeito estufa influenciados pelas atividades humanas

Concentrações	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CFC-11	HFC-23	CF <sub>4</sub>
Concentração Pré-Industrial 1750	280 ppmv	700 ppbv	270 ppbv	zero	zero	40 ppb
Concentração em 1998	365 ppmv	1.745 ppbv	314 ppbv	268 ppb	14 ppb	80 ppb
Ritmo de mudança de concentração período 1990-1999	1,5 ppmv/ano	7,0 ppbv/ano	0,8 ppbv/ano	-1,4 ppbv/ano	0,55 ppbv/ano	1 ppbv/ano
Concentração em 2005	379 ppmv	1.774 ppbv	319 ppbv	nd	nd	nd
Percentual de aumento período 1750-1998	30%	149%	16%	0	0	0
Percentual de aumento período 1998-2005	4%	2%	2%	0	0	0

Fonte: Adaptado de: IPCC (2001, 2007).

Nota: CO<sub>2</sub> = dióxido de carbono, CH<sub>4</sub> = metano, N<sub>2</sub>O = óxido nitroso, CFC-11= clorofluorcarbono, HFC-23 = hidrofluorcarbono, CF<sub>4</sub> = perfluormetano, Ppmv= partes por milhão em volume, ppbv = partes por bilhão em volume.

Verifica-se na Tabela 5 que, no período de 1750 a 1998 (248 anos), o CO<sub>2</sub>, o CH<sub>4</sub> e o N<sub>2</sub>O evoluíram, respectivamente, em 30%, 149% e 16%. Já o período de 1998 a 2005 (sete anos), a evolução foi de 4% para o CO<sub>2</sub> e de 2% para o CH<sub>4</sub> e o N<sub>2</sub>O. Portanto, se levado em conta que em sete anos as emissões de CO<sub>2</sub> evoluíram 4% e caso fossem mantidos esses mesmos índices para os próximos 248 anos, essas emissões atingiriam 141%, ou seja, cinco vezes mais do que os 30% atuais. O aumento desses GEEs provoca alterações na temperatura, precipitação, radiação, evaporação, ventos fortes, entre outros (KRUPA, 1997). E o efeito global dessas alterações faz com que muitas espécies se movam em direção a polos e altitudes mais elevadas, bem como leva à extinção de outras espécies (IPCC, 2007).

No entanto, esses GEEs possuem períodos de vida diferentes, bem como potencial de aquecimento (Global Warming Potential – GWP) diferente e em diversos horizontes temporais, isto é, alguns permanecem na atmosfera por muitos séculos, enquanto outros por poucos anos. A Tabela 6 apresenta o período de permanência na atmosfera em anos e o potencial de aquecimento em três horizontes temporais.

Tabela 6 – Tempos de vida e potenciais de aquecimento na terra dos principais GEEs em três horizontes temporais

Gases	Período de vida em anos	Potencial de aquecimento na terra (horizontes temporais em anos)		
		20 anos	100 anos	500 anos
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	50 a 200 <sup>a</sup>	1	1	1
Metano (CH <sub>4</sub> )	12 <sup>b</sup>	62	23	7
Óxido nitroso (N <sub>2</sub> O)	114 <sup>b</sup>	275	296	156
Perfluorcarbonetos (PFCs)	150	12.900	14.900	9.200
Hidrofluorcarbono (HFC)	260	9.400	12.000	10.000
Hexafluoreto de enxofre (SF <sub>6</sub> )	3.200	15.100	22.200	32.400

Fonte: Adaptado de: IPCC (2001).

Nota: <sup>a</sup>Não se pode definir um tempo de vida único para o CO<sub>2</sub> por causa das diferentes taxas de absorção por diferentes processos de eliminação.

<sup>b</sup>Este período de vida foi definido com um “tempo de ajuste” que leva em consideração o efeito indireto do gás em seu próprio tempo de permanência.

As emissões são normalmente expressas em toneladas métricas<sup>1</sup> comuns para que seus impactos possam ser comparados diretamente. A prática-padrão internacional é converter os gases com efeito de estufa em dióxido de carbono CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2e</sub>), isto é, os outros gases são convertidos em CO<sub>2</sub> e utilizado o potencial de aquecimento global de cada um. O

<sup>1</sup> Uma tonelada métrica de CO<sub>2</sub> é igual a 504 metros cúbicos (O’KEEFE; KUETER, 2008).

Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) recomenda usar os GWP de cem anos (EPA, 2005). Na seção “Cálculo do carbono equivalente” (item 2.4.5 do Capítulo 2) será apresentada a fórmula de cálculo do CO<sub>2</sub> e do carbono equivalente.

#### 2.4.1 Gases de efeito estufa no Brasil

No Brasil, o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) divulgou, em caráter preliminar, o segundo inventário das emissões e das remoções antrópicas de gases de efeito estufa. O estudo conta com a participação de mais de 700 especialistas e cerca de 150 entidades governamentais e não governamentais, incluindo ministérios, institutos, universidades, centros de pesquisa e entidades setoriais da indústria. Os GEEs estimados nesse inventário foram o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o metano (CH<sub>4</sub>), o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), os hidrofluorcarbonos (HFC), os perfluorcarbonos (PFC) e o hexafluoreto de enxofre (SF<sub>6</sub>). Alguns outros gases, como monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) e outros compostos orgânicos voláteis não metânicos (NMVOC), mesmo não sendo gases de efeito estufa direto, possuem influência nas reações químicas que ocorrem na atmosfera (MCT, 2009).

Nesse inventário foram levantadas as principais origens das emissões de dois períodos (1990-1994 e 2000-2005) e analisada a evolução ou o decréscimo entre os anos 1990 e 2005. As Figuras 3 e 4 apresentam os principais elementos responsáveis pelas emissões de CO<sub>2</sub> no Brasil em 1990 e em 2005.

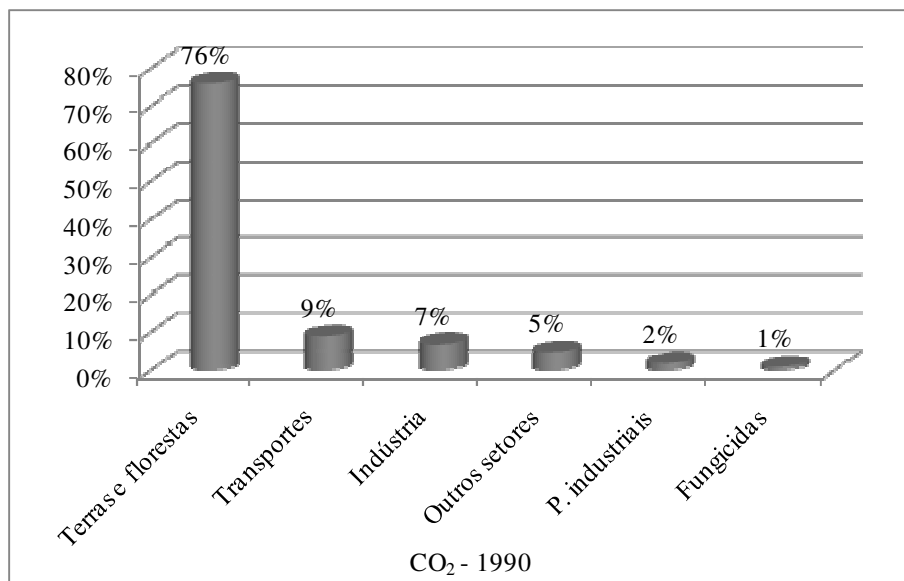


Figura 3 – Origem das emissões de CO<sub>2</sub> no Brasil em 1990  
Fonte: MCT (2009).

Foi apresentado na Figura 2 que o principal responsável pelas emissões de CO<sub>2</sub> em nível mundial é a queima de combustíveis fósseis, com 56,6%. Contudo, no Brasil, de acordo com a Figura 3, em 1990 o principal responsável pelas emissões de CO<sub>2</sub> foi o uso das terras e florestas, representando 76%, seguido da queima de combustíveis fósseis, com 9%.

Em 2005, segundo a Figura 4, as emissões de CO<sub>2</sub> tiveram o mesmo comportamento de 1990, prevalecendo o uso das terras e florestas como a principal fonte de emissões.

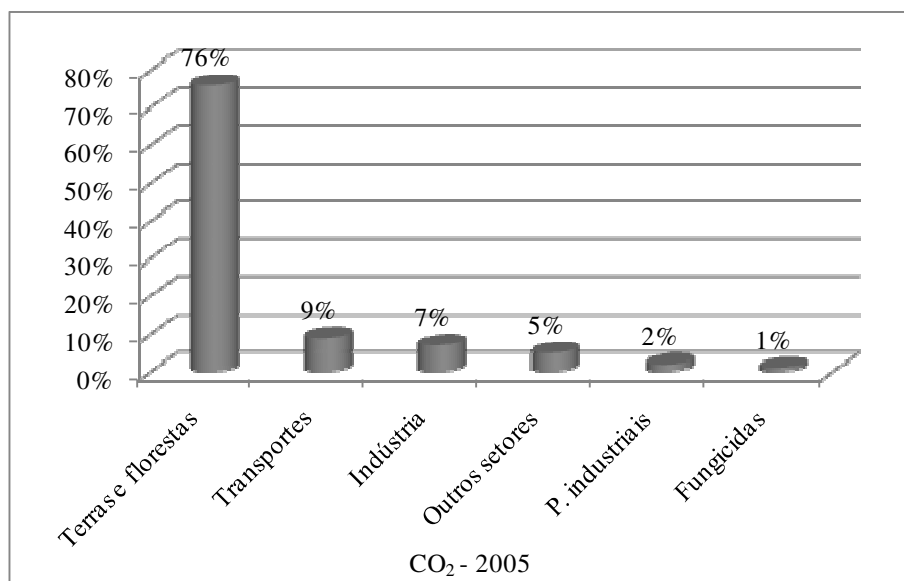


Figura 4 – Origem das emissões de CO<sub>2</sub> no Brasil em 2005  
Fonte: MCT (2009).



As Figuras 5 e 6 apresentam os principais responsáveis pelas emissões de metano ( $\text{CH}_4$ ) no Brasil.

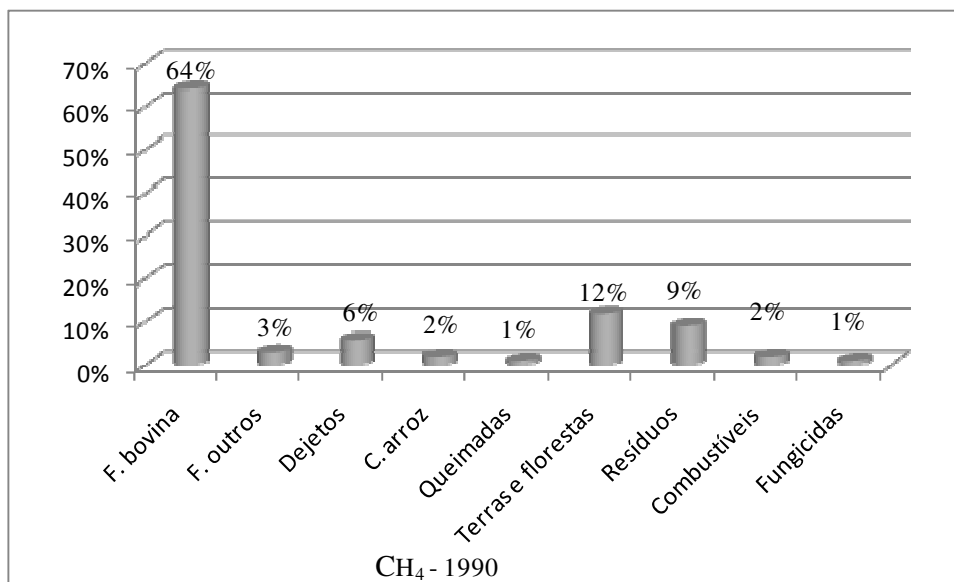


Figura 5 – Origem das emissões de  $\text{CH}_4$  no Brasil em 1990  
Fonte: MCT (2009).

Em 1990, conforme mostra a Figura 5, a principal responsável pelas emissões de  $\text{CH}_4$  no Brasil foi a fermentação entérica provocada pelo rebanho bovino, representando 64%, seguida da mudança do uso das terras e florestas, com 12%.

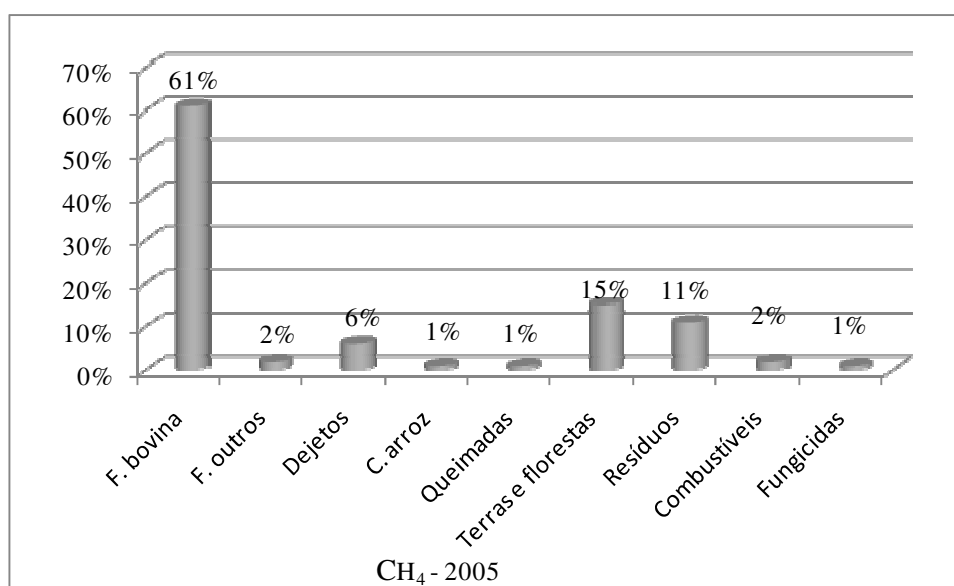


Figura 6 – Origem das emissões de  $\text{CH}_4$  no Brasil em 2005  
Fonte: MCT (2009).

Em 2005, as emissões de CH<sub>4</sub>, de acordo com a Figura 6, permaneceram com as mesmas origens, apenas houve uma pequena transferência de três pontos percentuais da fermentação entérica bovina para a mudança do uso das terras e florestas.

Destaca-se nas Figuras 5 e 6 que mais da metade da origem da concentração de CH<sub>4</sub> no Brasil é proveniente da fermentação entérica gerada pela pecuária. Isso se dá pelo fato de o Brasil ter o maior rebanho bovino comercial do mundo (BUSTAMANTE et al., 2009), que em 2008 atingiu um número de 202.287.191 cabeças de gado (IBGE, 2008).

Já as emissões de N<sub>2</sub>O, conforme mostra a Figura 7, em 1990 também tiveram como principal fonte de emissão os animais em pastagem, representando 46%, seguida pelas emissões indiretas de solos, com 25%.

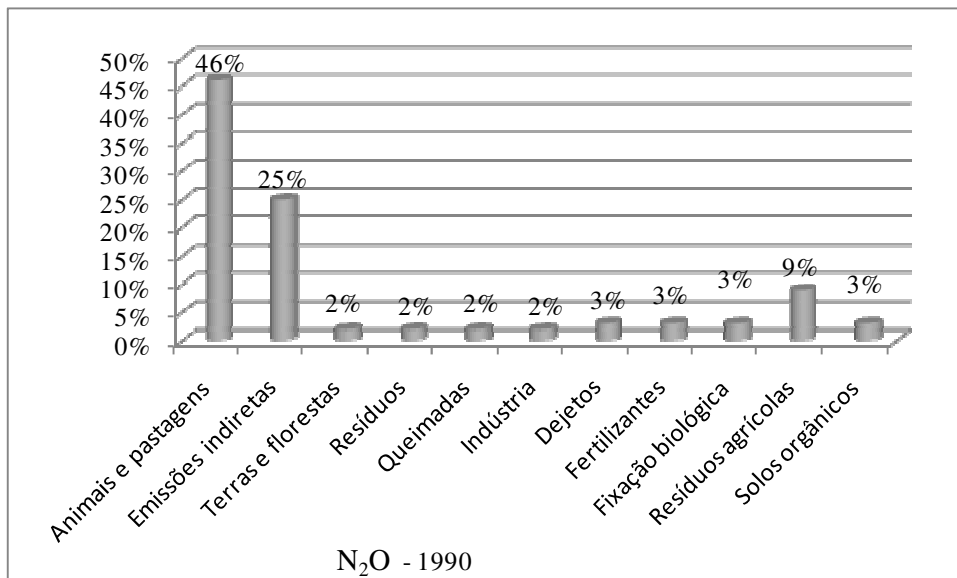


Figura 7 – Origem das emissões de N<sub>2</sub>O no Brasil em 1990  
Fonte: MCT (2009).

Em 2005, as emissões de N<sub>2</sub>O foram mais distribuídas, conforme exibe a Figura 8, uma vez que as emissões oriundas de animais em pastagens tiveram uma redução de 7% e as emissões indiretas de solo, de 1%. Esses índices foram transferidos para a mudança do uso das terras e florestas e de resíduos agrícolas, mas também permanecem como principal origem as atividades agrícolas.

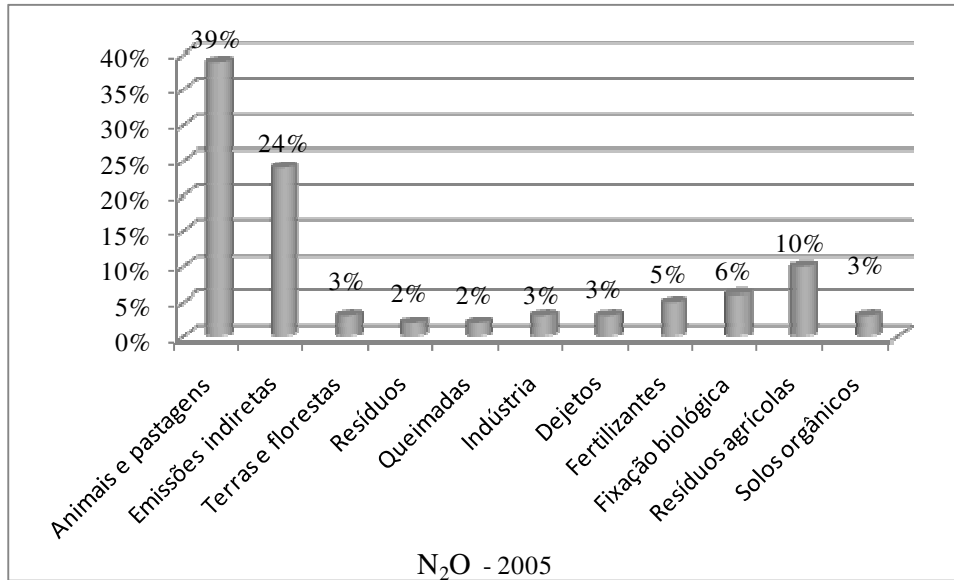


Figura 8 – Origem das emissões de N<sub>2</sub>O no Brasil em 2005  
 Fonte: MCT (2009).

Os demais GEEs (HFC, PFC e SF<sub>6</sub>) foram unificados e também tiveram como principal causa a mudança de uso das terras e florestas, com 55%, seguida da agropecuária, com 25% (MCT, 2009).

Observa-se, portanto, que no Brasil todos os GEEs têm como principais fontes de emissões a mudança de uso das terras e florestas e a criação de gado. Esse resultado corrobora com o estudo de Bustamante et al. (2009), que estimaram as emissões de GEEs vinculadas à pecuária bovina no Brasil e encontraram como principais causas: a) desmatamento para formação de pastagem e queimadas subsequentes da vegetação derrubada; b) queimadas de pastagem; e c) fermentação entérica bovina.

O aumento desses GEEs provocou diversas conferências, convenções e protocolos com o objetivo de amenizar e compensar os países que reduzem essas emissões. O tópico a seguir irá discorrer sobre algumas dessas conferências e protocolos firmados entre os países.

#### 2.4.2 Conferência das Partes (COP) e Protocolo de Quioto

A confirmação científica, observável nos últimos cinquenta anos, de que a dinâmica climática tem como principal causa a influência humana nas emissões dos GEEs fez a Assembleia Geral das Nações Unidas (Agnu) dar início formal ao processo de negociação para o estabelecimento de uma Convenção-Quadro sobre Mudança do Clima. Estabeleceu-se,

ainda, o Comitê Intergovernamental de Negociação para a Convenção-Quadro sobre Mudança do Clima (CIN/CQMC), responsável pela condução das negociações e dos instrumentos jurídicos necessários (PEREIRA, 2002).

Nos anos de 1991 e 1992, representantes de mais de 150 países se reuniram diversas vezes para negociar o texto da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC). O texto da Convenção foi adotado na Sede das Nações Unidas, em Nova York, em 9 de maio de 1992 e esteve aberta para assinaturas no Rio de Janeiro, de 4 a 14 de junho de 1992, e, posteriormente, na Sede das Nações Unidas, em Nova York, de 20 de junho de 1992 a 9 de junho de 1993, tendo recebido até esta data 166 assinaturas. Essa Convenção entrou em vigor em 21 de março de 1994. Os países que não assinaram a Convenção podem fazê-lo a qualquer momento (MMA, 2002; PEREIRA, 2002).

As partes (países) estabeleceram também um grupo de acompanhamento denominado de Conferência das Partes (COP), “órgão supremo” da Convenção com autoridade máxima para tomadas de decisões, composta de todos os países que ratificaram a Convenção<sup>2</sup> e responsável pela sua implementação (PEREIRA, 2002).

A primeira reunião da Conferência das Partes (COP 1) foi realizada em 1995, em Berlim, na Alemanha. Nessa reunião foram definidas as modalidades, regras e diretrizes, além das atividades adicionais, que deveriam ser realizadas pelos países para alcançar as reduções nas emissões dos gases de efeito estufa. Na oportunidade, ministros e outras autoridades propuseram maiores compromissos entre os países desenvolvidos, fortalecendo mais a Convenção do Clima. Nessa primeira reunião, também foi proposta a constituição de um protocolo, a ser mais tarde desenvolvido na COP 3 (PEREIRA, 2002; GODOY; PAMPLONA, 2007).

A segunda Conferência (COP 2) foi realizada em julho de 1996, em Genebra. Durante a reunião foi apresentado o segundo relatório de avaliação do IPCC sobre mudanças climáticas, que exibiu a necessidade de uma base científica mais detalhada para pressionar as nações para ações mais incisivas e eficientes nos planos global, regional e nacional em relação às mudanças climáticas. Concluiu-se que era necessário estabelecer metas obrigatórias de redução global de emissões, prioritariamente direcionadas às nações desenvolvidas, ressaltando novamente o papel diferenciado dos países (GODOY; PAMPLONA, 2007).

A terceira Conferência (COP 3) foi realizada em 1997, em Quioto, no Japão. Nessa Conferência foi criado um protocolo determinando que os países desenvolvidos, listados no

---

<sup>2</sup> "Convenção" significa a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, adotada em Nova York em 9 de maio de 1992.

Anexo A, deveriam reduzir suas emissões combinadas de gases de efeito estufa em pelo menos 5,2% das emissões em relação ao anos de 1990, durante o período de 2008 e 2012. O Protocolo de Quioto esteve aberto para assinatura de março de 1998 a março de 1999 e, a partir de março de 1999, ficou aberto para as adesões. Porém, somente entraria em vigor noventa dias depois da ratificação de pelo menos 55 partes da Convenção, englobando as partes incluídas no Anexo I que representaram, em 1990, pelo menos 55% das emissões totais de dióxido de carbono (MMA, 2002; GODOY; PAMPLONA, 2007). “A partir da ratificação pela Federação Russa, em outubro de 2004, o Protocolo de Quioto entrou em vigor em 16 de fevereiro de 2005, contabilizando 128 Países pertencentes à CQNUMC e 60% das emissões das Partes dos Países do Anexo I” (ROSA, 2007, p.56).

No Brasil, o Protocolo de Quioto foi assinado em 29 de abril de 1998, ratificado em 23 de agosto de 2002 e entrou em vigor em 16 de fevereiro de 2005. Até 13 de maio de 2008 havia 182 países que ratificaram, aceitaram ou aprovaram o Protocolo de Quioto, dos quais 38 são países do Anexo I (MCT, 2008). Os gases listados no Protocolo de Quioto são dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre ( $\text{SF}_6$ ).

#### 2.4.3 Mecanismos para redução de emissões

O Protocolo de Quioto contempla três mecanismos de flexibilização para atingir as metas de redução de emissão, são eles:

a) a Implementação Conjunta (Joint Implementation – JI) – permite que os países do Anexo I participem em projetos de redução de emissões de GEE em outros países, também listados no Anexo I, e as reduções resultantes desses projetos podem ser divididas entre esses países para atingir suas metas;

b) o Comércio de Emissões (Emissions Trading – ET) – permite que os países do Anexo I que conseguirem reduzir suas emissões de GEE além da meta estabelecida pelo Protocolo possam comercializar esse excedente com outros países do Anexo I; e

c) o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL (Clean Development Mechanism – CDM) – permite que partes do Anexo I invistam em projetos de redução de emissões ou comprem as reduções de emissões de projetos desenvolvidos em partes não listadas no Anexo I. Assim, o MDL está relacionado aos interesses do Brasil, que, diferentemente do JI e do ET,

tenta promover o desenvolvimento sustentável dos países desenvolvidos listados no Anexo I, que seriam os hospedeiros dos projetos. Os países do Anexo I podem utilizar os Certificados de Reduções de Emissões (CERs) ou o Certificado de Créditos de Carbono resultantes das atividades dos projetos para cumprir os compromissos estabelecidos no Protocolo de Quioto (MMA, 2002).

Serôa da Motta et al. (2000) descrevem que o MDL tem dois objetivos: diminuir o custo global de redução de emissões de gases lançados na atmosfera e que produzem o efeito estufa (GEE) e, ao mesmo tempo, apoiar iniciativas que promovam o desenvolvimento sustentável em países em desenvolvimento. Esses objetivos simultâneos refletem a necessidade de ação coordenada entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, que, apesar de posicionamentos distintos, dividem o objetivo comum de reduzir o acúmulo de GEE.

No caso do Brasil e dos demais países em desenvolvimento, todo o carbono que deixa de ser emitido ou que é recuperado da atmosfera gera créditos de carbono e pode ser comercializado com empresas de países que necessitam reduzir as emissões (REZENDE; RIBEIRO; DALMÁCIO, 2007). O Brasil ocupa o terceiro lugar em número de atividades de projeto, com 457 projetos (7%), estando em primeiro lugar a China, com 2.470 (38%), e em segundo a Índia, com 1.752 projetos (27%) de MDL (MCT, 2010).

Dos 457 projetos de MDL no Brasil, 230 são na área de energia renovável, 36 em aterros sanitários, 5 em redução de N<sub>2</sub>O, 76 na suinocultura, 45 na troca de combustível fóssil, 28 na eficiência energética, 2 no reflorestamento, 14 em processos industriais, 17 em resíduos e 4 em emissões fugitivas. Os estados com maior número de projetos de MDL no Brasil são São Paulo com 22%, Minas Gerais com 16%, Rio Grande do Sul com 10%, Santa Catarina com 9%, Paraná com 7%, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul com 6% e Goiás com 5%. Os 19% restantes estão distribuídos entre os demais estados da Federação (MCT, 2010).

Observa-se que o menor número de projetos de MDL no Brasil é na área de reflorestamento; isso indica que existem lacunas nesse segmento, uma vez que Serôa da Motta et al. (2000) apontam o setor florestal brasileiro como excelente oportunidade de projetos para sequestro e sumidouro de carbono devido ao clima e à abundância de terras, que criam condições ideais para plantações silvícolas.

Rezende, Ribeiro e Dalmácio (2007) apontam que o Protocolo de Quioto caracteriza-se como um estímulo à gestão ambiental, uma vez que obriga as organizações a corrigirem seus níveis de emissões de gases. Nesse contexto, as companhias estão desenvolvendo

projetos de natureza ambiental que transcendem não apenas a questão de redução dos poluentes, mas propiciam a realização de transferência social dos recursos às comunidades locais e aos demais elos na cadeia de valor que também podem auferir ganhos financeiros.

A Figura 9 apresenta os principais projetos que podem gerar ganhos financeiros com a redução das emissões.

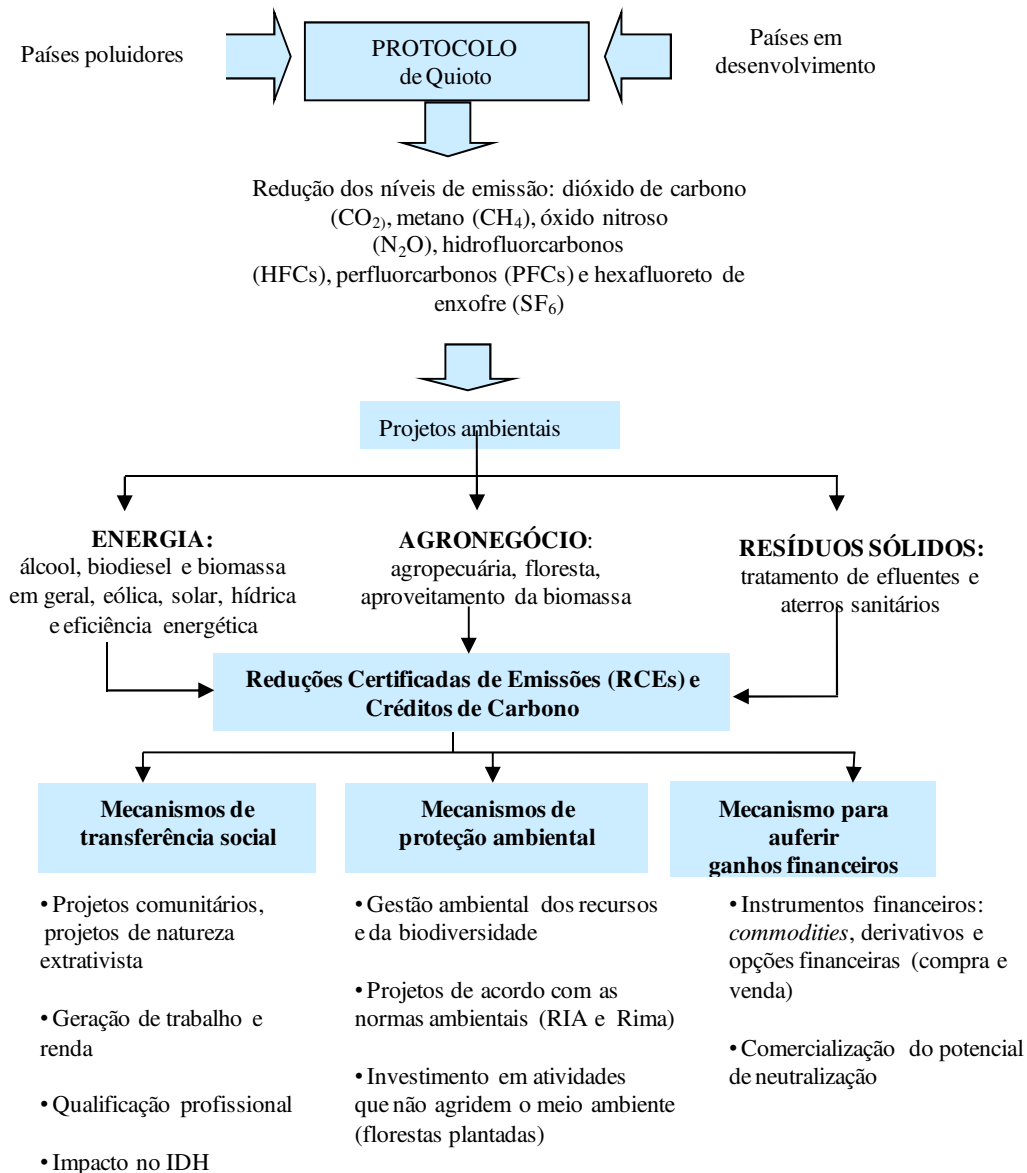


Figura 9 – Fomento do Protocolo de Quioto ao desenvolvimento social e ambiental brasileiro  
Fonte: Adaptado de: REZENDE, RIBEIRO e DALMÁCIO (2007).

Conforme apresentado na Figura 9, existe um leque de possibilidades para a elaboração de projetos de MDL, principalmente por meio de sistemas agroflorestais ou reflorestamento, que contribuem para o desenvolvimento sustentável.

#### 2.4.4 Inventário de biomassa e Certificados de Reduções de Emissões (CERs)

O inventário de biomassa é um requisito básico para desenvolver projetos que tenham como objetivo a obtenção de certificados de crédito de carbono. Esse inventário quantifica o armazenamento de carbono em diferentes depósitos presentes em distintos usos da terra ou ecossistemas. Permite medir o impacto de determinado projeto na remoção (sequestro) do dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) presente na atmosfera, através de sua fixação na biomassa existente (RÜGNITZ; CHACÓN; PORRO, 2009).

Existem dois métodos principais para a estimativa de biomassa em áreas arbóreas: o método destrutivo direto e o não destrutivo indireto. O direto consiste em derrubar, secar e pesar um número significativo de árvores em uma área definida e convertê-lo em carbono, multiplicando-se a quantidade de biomassa seca por 0,5. A conversão de peso seco de biomassa em massa de carbono tem sido calculada baseada na relação de que em uma tonelada de biomassa seca de madeira encontra-se, aproximadamente, 0,5 tonelada de carbono e de que 1 tonelada de carbono absorve 3,67 toneladas de  $\text{CO}_2$  (MARTINS, 2004; IPCC, 2006b; RÜGNITZ; CHACÓN; PORRO, 2009).

No método indireto procura-se estabelecer uma relação entre dados dendrométricos (medição florestal) facilmente coletados em campo, tais como diâmetro e altura do fuste, medidas coletadas com a árvore em pé e com os pesos dos elementos componentes da árvore, como tronco, galhos, folhas e casca. Para aplicar esse tipo de modelo, algumas árvores são cortadas, medidas e pesadas. A partir desses dados, é possível, com a utilização de equações alométricas (modelos estatísticos), estabelecer uma relação entre os fatores medidos em campo, como, por exemplo, diâmetro e altura da planta para se obter a quantidade de biomassa de cada indivíduo de determinada composição florestal. Ao contrário do método destrutivo, a alometria é muito útil porque permite estimar a biomassa total de uma floresta, sem que haja a necessidade de destruir todas as árvores (ARES et al., 2002; MARTINS, 2004; RÜGNITZ; CHACÓN; PORRO, 2009).

As equações alométricas são geradas a partir da análise de regressão, em que se estudam as relações entre a massa (geralmente em peso seco) das árvores e seus dados dimensionais (ex.: altura, diâmetro). Dependendo do número de variáveis, a equação pode ser uma regressão linear simples, isto é, uma única variável dependente, por exemplo, o volume de biomassa em quilogramas, e uma variável independente, por exemplo, o diâmetro da planta



(DAP)<sup>3</sup> a uma altura de 1,30 cm do solo (altura do peito), ou regressão linear múltipla, com duas ou mais variáveis independentes, por exemplo, altura total da planta (HT) e DAP. Com base nessas variáveis, é possível calcular a biomassa da área total das plantas e posteriormente o carbono (RÜGNITZ; CHACÓN; PORRO, 2009).

Rügnitz, Chacón e Porro (2009) descrevem que, dependendo de sua natureza, as equações podem ser lineares ou não lineares, como explicado no Quadro 8.

Regressão Linear Simples: $Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i$	$i = 1, \dots, n.$
Regressão Linear Múltipla: $Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_p x_{pi}$	$i = 1, \dots, n.$
Regressão Não Linear: $e = a / (1 + e^{-(\lambda + \kappa X) / \delta})^\delta$	
Onde:	
Y é a variável dependente (ex.: volume de biomassa em kg)	
$x_1, x_2 \dots + x_p$ são as variáveis independentes (ex.: DAP, altura etc.)	
$\beta_0, \beta_1, \beta_2 \dots \beta_p$ são os parâmetros (constantes) do modelo. $\beta_0$ é o valor do intercepto.	

Quadro 8 – Modelos de equações lineares e não lineares para o cálculo do carbono  
Fonte: RÜGNITZ, CHACÓN e PORRO (2009).

As variáveis independentes mais utilizadas são o diâmetro à altura do peito (DAP) e a altura total da planta (HT) (HIGUCHI *et al.*, 1998; SILVEIRA *et al.*, 2008; VELASCO; HIGUCHI, 2008; BARBEIRO; VIEIRA; SANQUETTA, 2009; RÜGNITZ; CHACÓN; PORRO, 2009). Algumas equações também consideram como variáveis independentes a altura comercial, o volume, a densidade da madeira, entre outras (MARTINS, 2004; NABAIS, 2008; RÜGNITZ; CHACÓN; PORRO, 2009). Após determinadas a DAP e a HT, aplica-se uma equação alométrica que melhor se ajusta àquele bioma e, com base nessa equação, calcula-se o peso fresco (biomassa) da árvore (HIGUCHI *et al.*, 1998; VELASCO; HIGUCHI, 2008).

Higuchi *et al.* (1998) identificaram que 40% do peso fresco da planta é água e 60% é peso seco da árvore. O carbono representa 48% do peso seco. No entanto, MacDicken (1997) Martins (2004), IPCC (2006b), entre outros, comumente consideram que 50% da planta é água e 50% é peso seco (matéria vegetal). Para o cálculo do carbono, aplica-se 0,5 sobre o total do peso seco da planta (IPCC, 2006b; RÜGNITZ; CHACÓN; PORRO, 2009).

<sup>3</sup> DAP = medida da circunferência da planta a uma altura de 1,30 cm (altura do peito) dividida pelo  $\pi = 3,14$ .

Diversos modelos de equações alométricas foram desenvolvidos para estimar a biomassa individual das plantas em pé. A Tabela 7 apresenta algumas dessas equações bem como os biomas nos quais foram testadas.

Tabela 7 – Modelos de equações alométricas para cálculo da biomassa acima do solo

Equação	R <sup>2</sup> /Amostra	Bioma	Fontes
$\ln PF = -1,497 + 2,548 \ln DAP$	0,97/315	Amazônia	Higuchi et al. (1998)
$\ln PF = -2,694 + 2,038 \ln DAP + 0,902 \ln HT$	0,98/315	Amazônia	Higuchi et al. (1998)
$PF = 0,077 + 0,492 DAP^2 H$	0,90/315	Amazônia	Higuchi et al. (1998)
$PF = 0,001 \times DAP^{1,579} \times H^{2,621}$	0,94/315	Amazônia	Higuchi et al. (1998)
$PF = 2,7179 \times DAP^{1,87774}$	0,94/494	Amazônia	Silva (2007)
$PF = 0,5521 \times DAP^{1,6629} \times HT^{-0,7224}$	0,95/494	Amazônia	Silva (2007)
$PS = -3,162 \times H^{2,39}$	0,86/20	Cerrado*	Guarino e Medeiros (2005)
$PS = -282,256 \times (DAP^2 \times HT)^{58,992}$	0,60/20	Cerrado*	Guarino e Medeiros (2005)
$PS = -1,244 \times \ln DAP^{0,846}$	0,40/20	Cerrado*	Guarino e Medeiros (2005)
$PS = -3,162 \times \ln HT^{2,392}$	0,86/20	Cerrado*	Guarino e Medeiros (2005)
$PS = -2,845 \times \ln (DAP^2 \times HT)^{1,138}$	0,69/20	Cerrado*	Guarino e Medeiros (2005)

Nota: \*PF= Peso fresco da árvore em kg; OS= Peso seco da árvore em kg; DAP=Diâmetro à altura do peito, 1,30 cm; DAP30= Diâmetro à altura de 30 cm; HT= Altura total da planta; e ln= Logaritmo natural.

Grande parte dos modelos estatísticos utiliza DAP, isto é, mede a circunferência da planta à altura do peito (1,30 cm) e divide por 3,14. Porém, quando o estudo é feito com espécies normalmente baixas, mede-se a circunferência da planta a uma altura de 30 cm do solo (DAP30) dividida por 3,14 (GUARINO; MEDEIROS, 2005; SINIMBU et al., 2007).

#### 2.4.5 Cálculo do carbono equivalente

As reduções de emissões resultantes das atividades de projetos florestais são contabilizadas em forma de Certificados de Reduções de Emissões (CREs) e negociadas em mercados internacionais. O padrão internacional converte as emissões de CO<sub>2</sub> em CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2e</sub>), de acordo com o potencial de aquecimento de cada gás de efeito estufa (EPA, 2005). Por exemplo, o potencial de aquecimento global (em inglês, GWP) do CH<sub>4</sub> é 23 vezes maior do que o do CO<sub>2</sub> (IPCC, 2001), isso significa dizer que emitir um kg de CH<sub>4</sub> equivale à emissão de 23 kg de CO<sub>2</sub> (SIGNORINI, 2007).

Em razão dos pesos moleculares, o IPCC (2006b) considera que 1 tonelada de carbono equivale a 3,67 toneladas de CO<sub>2</sub> (44/12). Portanto, por definição, 1 kg de CO<sub>2</sub> vale 0,272 kg de carbono equivalente (CE). A Tabela 8 apresenta o carbono equivalente com base no

potencial de aquecimento global (Global Warming Potential – GWP) relativo ao CO<sub>2</sub> para um período de cem anos.

Tabela 8 – Potencial de aquecimento global (Global Warming Potential – GWP) relativo ao CO<sub>2</sub> para um período de cem anos e carbono equivalente

GEEs	GWP relativo/CO <sub>2</sub> (100 anos)	Carbono equivalente
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	1	0,272
Metano (CH <sub>4</sub> )	23	6,27
Óxido nitroso (N <sub>2</sub> O)	296	80,50
Perfluorcarbonos (PFC)	14.900	4,053
Hidrofluorcarbono (HFC)	12.000	3,264
Hexafluoreto de enxofre (SF <sub>6</sub> )	22.200	6,038

Fonte: Adaptado de: EPA (2005); IPCC (2001); RÜGNITZ et al. (2009); SIGNORINI (2007).

Com base na Tabela 8, emitir 1 kg de CO<sub>2</sub> equivale a absorver 0,272 kg de carbono equivalente, 1 kg de CH<sub>4</sub> equivale à absorção de 6,27 kg de carbono equivalente (CE), 1 kg de N<sub>2</sub>O equivale à absorção de 80,50 kg de carbono equivalente e assim sucessivamente. Portanto, supondo que uma tonelada de carbono equivalente vale 1.000 dólares no mercado de carbono, a mitigação de uma tonelada de CO<sub>2</sub> vale 272 dólares, de CH<sub>4</sub> vale 6.270 dólares e assim por diante, sempre levando em conta o potencial de aquecimento de cada gás de efeito estufa (GEE) (SIGNORINI, 2007). No mercado americano, em 2009 a tonelada de carbono equivalente oscilou entre € 13,50 e € 17,50 (CANTORCO2E, 2010).

Rügnitz, Chacón e Porro (2009) recomendam que, para realizar o inventário no âmbito de um projeto de carbono, é necessário identificar um método que contemple o levantamento do “cenário de referência”, no qual não se considera a intervenção causada pelo projeto (também conhecido como “linha de base”), e as práticas de monitoramento. O método a ser selecionado deve estar de acordo com as exigências do agente comprador (mercado), com o qual se pretende negociar os créditos de carbono, assim como com as diretrizes e as regras nacionais e internacionais.

Já para medir a contribuição à sustentabilidade microeconômica, o MMA (2002) sugere que sejam feitos fluxos de caixa, comparando o desempenho financeiro do projeto com e sem geração de CERs, utilizando, por exemplo, as técnicas de análise econômica tradicionais, a taxa interna de retorno (TIR) e o valor presente líquido (VPL). Quanto maior for a diferença positiva da primeira em relação à última, mais bem pontuado será o projeto.

## 2.5 AVALIAÇÃO DE CUSTOS COMPLETOS

Na literatura existe uma série de termos e definições sobre o sistema de avaliação de custos completos (ACC). A Ontario Hydro (concessionária americana de energia) utiliza o termo “contabilidade de custos completos” (Full Cost Accounting – FCA) e o define como

um meio pelo qual considerações ambientais podem ser integradas nas decisões de um determinado negócio. É uma ferramenta que incorpora custos ambientais e outros custos internos, com dados de impactos externos e custos/benefícios de atividades sobre o meio-ambiente e na saúde humana. Nos casos onde os impactos não podem ser monetarizados, são usadas avaliações qualitativas (ICF INCORPORATED, 1996, p. 6).

A The Canadian Institute of Chartered Accountants (CICA, 1997, p. 7) também utiliza o termo “FCA” e dá a seguinte definição:

proveniente de uma perspectiva ambiental, a ACC é a integração dos custos internos de uma entidade (incluindo todos os custos ambientais internos) com os custos externos relacionados com os impactos ao meio ambiente das atividades da entidade, operações, produtos e/ou serviços.

Gale e Stokoe (2001, p. 129) utilizam o termo “avaliação dos custos ambientais completos” (Full Cost Environmental Assessment) e o definem como a “identificação, avaliação e alocação de custos convencionais, ambientais e sociais de uma organização”. Em outras palavras, do ponto de vista do ambiente e seus *stakeholders*, são todos os custos associados às operações, aos produtos e serviços de determinada empresa. É uma combinação de: a) todos os custos ambientais internos e outros custos incorridos na empresa que são ou deveriam ser registrados pela contabilidade tradicional para gerar informações financeiras, incluindo aqueles alocados aos produtos e/ou serviços e também aqueles tratados como despesas gerais; e b) os custos externos gerados e que são suportados por outras partes como resultado dos impactos ambientais das atividades da empresa, dos produtos e serviços (CICA, 1997).

Carvalho (2000) utilizou o termo “avaliação de custos completos (ACC)” quando discutiu a utilização desse sistema de gerenciamento de custos em 2005 para construir um sistema digital (*software*) voltado para a avaliação e a explicitação dos custos socioambientais em projetos de linhas de transmissão de energia elétrica.

A Cica (1997) descreve que as razões para propor e discutir de maneira compreensiva a definição da ACC são: a) a tendência de crescimento dos negócios e a necessidade de habilidade para identificar e considerar os impactos ambientais relacionando efeitos e associando custos em suas tomadas de decisões; e b) o reconhecimento de que os *stakeholders* estão, por uma variedade de razões, expressando necessidades de tais informações quando avaliam e formam julgamentos sobre a performance da entidade.

Gale e Stokoe (2001) descrevem que talvez um dos estudos de caso mais conhecidos que utilizam a ACC foi uma grande concessionária de energia elétrica norte-americana, a Ontario Hydro, que em 1993 se tornou uma das poucas organizações a incorporarem os custos externos em suas tomadas de decisões. Segundo os autores, a Ontario Hydro foi a pioneira a considerar os custos externos em sua estrutura de custos e publicar o desempenho ambiental em seus relatórios anuais. Nos tópicos seguintes serão apresentados alguns exemplos de como a Ontario Hydro trabalha com as externalidades.

Gale e Stokoe (2001) descrevem que nos sistemas de custos tradicionais os custos, prejuízos ou benefícios ambientais podem não ser registrados, por isso é necessária uma ampla abordagem para calcular os custos ambientais e distinguir entre custos internos – aqueles custeados pela organização – e custos externos – aqueles repassados para a sociedade na forma de custos ambientais e de saúde. Carvalho (2005, p. 29) aponta que

A Avaliação dos Custos Completos não se resume a fórmulas, equações ou regras de contabilização e nem é especificamente sobre custos ambientais. O objeto central da ACC é o entendimento dos custos – todos os custos – e como tratá-los e alocá-los. Assim, um inventário amplo de custos é um componente crítico da análise financeira que deve ser feita.

Carvalho (2005) destaca que o diferencial da ACC em relação aos demais sistemas de gerenciamento de custos é a minimização das possibilidades de erros na avaliação de um empreendimento, uma vez que considera, além dos custos convencionais, os custos ambientais, sociais e culturais. A Cica (1997) destaca que o papel da ACC é fornecer um quadro mais completo possível dos custos internos da empresa referentes à prevenção, mitigação ou remediação de seus vários impactos ambientais, incluindo a possibilidade de imputar os custos externos gerados por ela. Portanto, entender, identificar e reconhecer tais custos pode ser um fator decisivo para o bom desempenho da empresa e para a obtenção de vantagem competitiva sustentável.

Carvalho (2000) aponta que não há uma fórmula única para se realizar/executar uma ACC, uma vez que essa é mais um complemento do que uma substituição de sistemas de

avaliação de gerenciamento de custos já existentes em muitas organizações. O autor apresenta (Figura 10) quatro passos básicos para a condução da ACC que ajudam a reduzir a probabilidade de passar despercebido algum custo ou economia financeira em projetos.

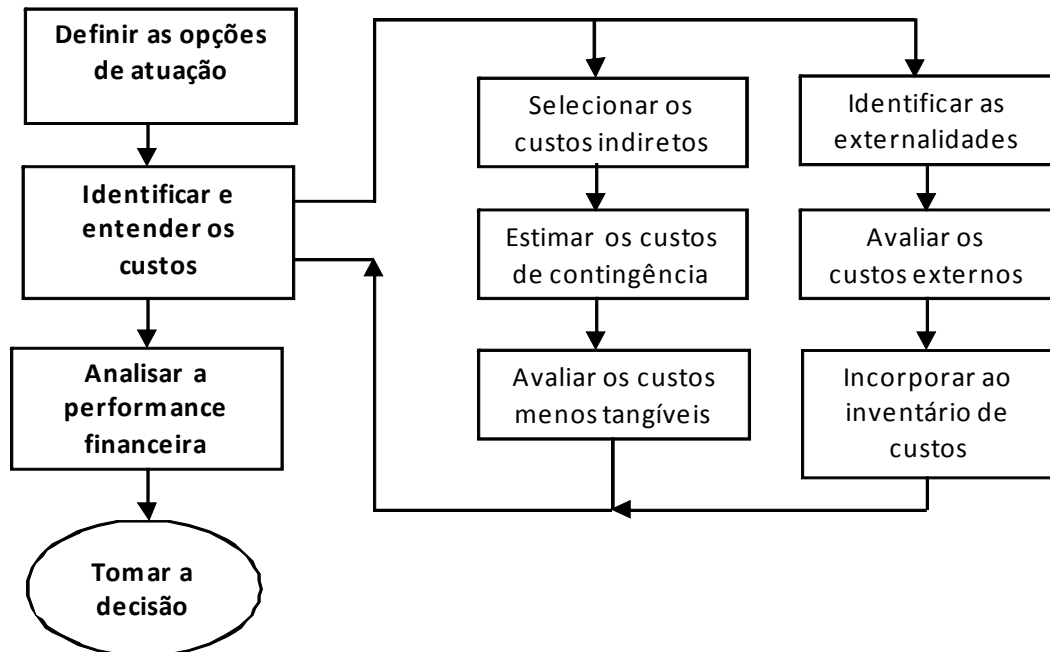


Figura 10 – Passos básicos do processo da ACC  
Fonte: CARVALHO (2000).

#### ***a) Definir as opções de atuação***

Em muitos casos é necessária uma gama mais ampla de informações sobre custos relevantes para se tomar uma decisão adequada. Esse processo inclui

- determinar o escopo da ACC (isto é, o que será incluído na análise);
- clarificar quais e como as opções atenderão aos objetivos propostos; e
- identificar quais são os procedimentos internos necessários.

#### ***b) Identificar e entender os custos***

Este passo envolve a identificação e a compreensão de todos os custos envolvidos no projeto. Esse escopo de custos abrange tanto custos internos como externos, e, à medida que esse escopo se expande, tende-se a encontrar maior dificuldade para identificar e mensurar certos custos.

#### ***c) Analisar a performance financeira***

O processo de identificar e analisar custos é interativo. Assim, uma análise financeira mais ampla pode mudar a decisão de investimento. Para essa análise, Carvalho (2000) sugere

as técnicas tradicionais comumente usadas como valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR) e análise custo-benefício (ACB).

#### *d) Tomar a decisão*

A tomada de decisão é a integração de todos os fatores que são relevantes para a viabilidade e a lucratividade de uma oportunidade de investimento (CARVALHO, 2000).

Carvalho (2000) destaca ainda que a identificação de todos os custos associados a uma atividade pode demandar muito tempo e recurso, por isso sugere uma avaliação preliminar a fim de identificar alternativas mais claras e com menor esforço. Essa avaliação envolve a identificação dos custos mais óbvios, seja quantitativa ou qualitativamente, com o objetivo de desenvolver ou revisar o fluxograma do processo que identifica todas as entradas, saídas e resíduos associados com a alternativa ou conjunto de alternativas, revisar o inventário de custos e identificar quais deles poderão influenciar significativamente no resultado. A Figura 11 apresenta os passos necessários para essa avaliação.

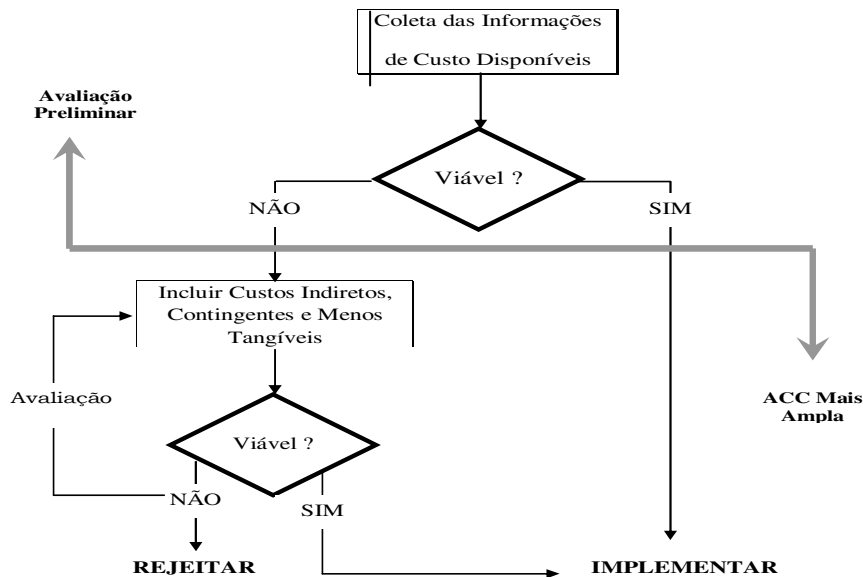


Figura 11 – Roteiro de avaliação na ACC  
Fonte: CARVALHO (2000).

Carvalho (2000) recomenda certo cuidado no processo da avaliação preliminar, uma vez que não é incomum subestimarem-se os custos ambientais indiretos e externos, e isso pode influenciar na decisão das alternativas de investimento.

É importante observar que existem muitos trabalhos publicados sobre valoração de bens e serviços ambientais no Brasil, porém a imensa maioria trata de conceitos, metodologias e discussões e poucos apresentam valores discriminados, o que dificulta essa avaliação.

## 2.6 CUSTOS AMBIENTAIS INTERNOS E EXTERNOS

Os custos ambientais dividem-se em internos diretos e indiretos (ocultos, contingência, intangíveis) e externos (CARVALHO, 2005; CICA, 1997; EPA, 1995; GALE; STOKOE, 2001; ICF INCORPORATED, 1996).

Na categoria “internos diretos” incluem-se os custos de remediações, restaurações, gestão de resíduos ou outros de gestão ambiental. Na categoria “internos indiretos” estão os custos de treinamento ambiental, pesquisa e desenvolvimento, conservação e comunicação (GALE; STOKOE, 2001).

Os custos externos ou externalidades são os danos ambientais provocados pela empresa, porém não são pagos ou compensados por ela, como, por exemplo, os problemas gerados à saúde humana, os impactos ambientais não compensados, a destruição da camada de ozônio, a perda de biodiversidade, as mudanças climáticas, entre outros (CICA, 1997; EPA, 1995; GALE; STOKOE, 2001). Para Pretty et al. (2000), uma externalidade é qualquer ação que afete o bem-estar ou das oportunidades disponíveis para um indivíduo ou grupo, sem pagamento direto ou compensação, e pode ser positiva ou negativa.

Esses custos podem ser "monetizados", ou seja, seus valores monetários equivalentes são avaliados através de métodos econômicos que determinam o valor máximo que pessoas estariam dispostas a pagar para evitar o dano, ou no montante mínimo de compensação que aceitariam incorrer (GALE; STOKOE, 2001). Gale e Stokoe (2001) ressaltam que os custos externos geralmente não ganham tanta importância por parte da empresa, a menos que esses possam conduzir a passivos ambientais.

Gale e Stokoe (2001) apresentam duas categorias de custos ambientais divididas em externos e internos. Essa última é classificada em subcategorias que envolvem os custos internos diretos e indiretos e os de contingência ou intangíveis (Quadro 9).



<b>CUSTOS AMBIENTAIS EXTERNOS</b>	
Esgotamento de recursos naturais	
Ruído e impacto estético	
Emissões de resíduos no ar e na água	
Disposição de resíduos a longo prazo	
Efeitos à saúde humana	
Mudança na qualidade de vida local	
<b>CUSTOS AMBIENTAIS INTERNOS</b>	
Custos ambientais diretos e indiretos	Custos ambientais de contingência ou intangíveis
Gestão dos resíduos	Custos de compensação, remediação ou incertezas futuras
Custos de remediação ou obrigações	Risco por mudança de regulamentações futuras
Custos de conformidades	Qualidade do produto
Taxas e licenças	Saúde e satisfação dos empregados
Treinamento ambiental	Ativos de conhecimento ambiental
Produção e <i>design</i> ambientalmente orientada	Sustentabilidade da matéria-prima de insumos e materiais
Manutenções relacionadas ao meio ambiente	Risco de depreciação dos ativos
Custos legais e multas	Percepção pública e dos clientes
Garantias ambientais	
Certificações/rotulagens ambientais	
Insumos de recursos naturais	
Registro e manutenção de relatórios	

Quadro 9 – Custos ambientais internos e externos  
 Fonte: GALE e STOKOE (2001).

Já os custos internos indiretos são aqueles que envolvem treinamento ambiental, manutenção, conservação, comunicação etc. Esses geralmente podem ser estimados e alocados de acordo com os modelos-padrão disponíveis na empresa. Também podem ser rastreados por meio de determinado produto, local, tipo de poluição ou programa de prevenção da poluição, como, por exemplo, gestão de resíduos e custos de remediação em determinado local (GALE; STOKOE, 2001).

Os custos de contingência ou intangíveis incluem tipicamente os custos de restauração, remediação, gestão de resíduos ou conformidades e gestão ambiental (GALE; STOKOE, 2001). Gale e Stokoe (2001) ressaltam que os custos de contingência podem ainda surgir no futuro em função dos impactos gerados pelas operações da empresa e figuram nas duas categorias de custos (internos e externos). Esses custos incluem alterações na qualidade do produto como resultado de mudanças regulatórias que afetam a quantidade de materiais, métodos de produção ou emissões permissíveis; passivos não previstos ou de custos de

remediação; saúde e satisfação dos funcionários; percepção dos clientes em relação aos custos; custos de financiamento de investimento ou capacidade de aumentar o capital.

A Environmental Protection Agency (EPA, 1995) também apresenta (Quadro 10) duas categorias de custos divididas em custos internos diretos e indiretos (ocultos, contingências e intangíveis), contudo nesse quadro ela não aborda os custos externos, já que esses são apresentados em outra etapa (Figura 12) e tratados como de difícil mensuração.

Na categoria de custos convencionais (Quadro 10) estão os fundos de capital, as matérias-primas, os serviços públicos, os suprimentos, entre outros que geralmente estão inclusos na contabilidade de custos e nos orçamentos das empresas, mas usualmente não são considerados custos ambientais. No entanto, o uso e o desperdício de matérias-primas, serviços públicos e recursos não renováveis deveriam ser vistos como custos ambientais (EPA, 1995).

Os cultos ocultos (*hidden costs*) reúnem vários tipos de custos ambientais que podem ser potencialmente “escondidos” dos gestores, tais como os custos incorridos antes da operação de um processo ou sistema de instalação. Esses ainda podem estar relacionados, por exemplo, a serviços alternativos de controle de poluição, mitigação de danos e demais serviços de cunho ambiental que geralmente estão registrados nas contas como despesas gerais (*overhead*). Os custos de contingências são aqueles que podem afetar a empresa em algum momento no futuro, como, por exemplo, derramamento de petróleo, multas e penalidade em função de problemas ambientais provocados. Tendo em vista que esses custos não necessitam ser reconhecidos, esses podem não receber a devida atenção dos sistemas de gestão da empresa (CORSON, 2002; EPA, 1995).

CUSTOS DIRETOS		
Custos convencionais		
Equipamentos	Capital	Materiais
Trabalho	Suprimentos	Utilitários
Estruturas		

CUSTOS INDIRETOS		
Custos ocultos		
Regulatórios	<i>Upfront</i> /Preparatórios	Voluntários (além das conformidades)
Notificação	Estudos de localização	Relações com a comunidade
Reportagem	Preparação de campo	Monitoramento/teste
Monitoramento/teste	Permissões	Treinamentos/auditorias
Estudos/modelagem	Pesquisa e desenvolvimento	Qualificação de fornecedores
Remediação	Instalação	Relatórios (ambientais)
Registros, Planos, Treinamentos	Engenharia e instalações	Seguro
Inspeções, Declarações	<b>Back-End/Saída</b>	Planejamento
Rotulagem	Desativação	Estudos de viabilidade
Preparação	Desmontagem	Remediação
Equipamento de proteção	Inspeção	Reciclagem
Vigilância médica		Outros projetos ambientais
Seguro ambiental		Pesquisa e desenvolvimento
Garantia financeira		Proteção de habitats
Controle da poluição/vazamentos		Paisagismo
Gestão de águas pluviais		Outros projetos ambientais
Gestão dos resíduos		Apoio financeiro a grupos ambientalistas e/ou pesquisadores
Impostos/taxas		
Custos de contingências		
Custos futuros de conformidades	Danos pessoais	Danos a recursos naturais
Multas/penalidades	Remediação	Danos de perdas econômicas
Danos de propriedade/materiais	Despesas legais	
Custos de imagem e relacionamentos (intangíveis)		
Imagens da corporação	Relação com trabalhadores	Relação com órgãos regulatórios
Relação com consumidores	Relação com seguradora	Aprovação e satisfação do cliente
Relação com investidores		

Quadro 10 – Custos incorridos pelas empresas  
Fonte: EPA (1995).

Já os custos de imagem e relacionamentos, também chamados de menos tangíveis ou intangíveis, são assim chamados tendo em vista que afetam subjetivamente (embora mensuráveis) a percepção de clientes, fornecedores, comunidade e entidades reguladoras. Esses custos também são denominados de custos de imagem corporativa ou de relacionamento. Nessa categoria são incluídos os custos de relatórios anuais e ambientais, os custos com atividades na comunidade, os custos voluntários para atividades ambientais, como

o plantio de árvores, ou outros custos com programas de cunho ambiental. Esses custos, em si, são tangíveis, mas os benefícios diretos que resultam do relacionamento e da imagem da corporação são intangíveis, uma vez que podem conduzir para o aumento ou a diminuição na participação de mercado, para novos benefícios ou para operações mais eficientes (EPA, 1995).

No Quadro 10 foram apresentados os custos que atingem diretamente o desempenho das empresas e que podem ser facilmente mensurados. Contudo, à medida que esse escopo vai se expandindo, as empresas encontram mais dificuldades para estimar e medir certos custos, como, por exemplo, os custos externos ou externalidades (Figura 12) provocados pelas empresas, embora essas não tenham obrigação legal sobre eles (EPA, 1995).

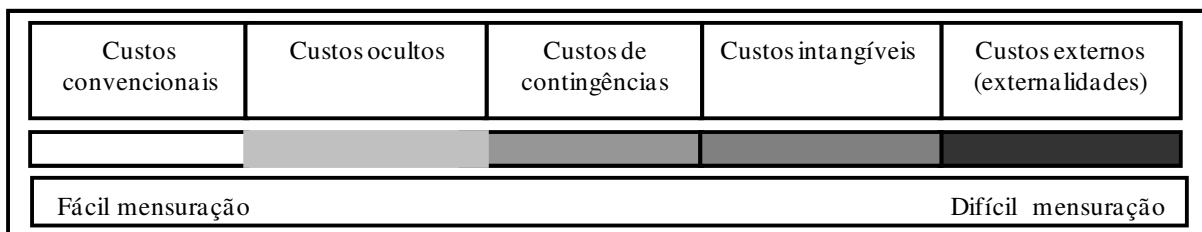


Figura 12 – Espectro dos custos internos e externos

Fonte: Adaptado de: EPA (1995).

Na categoria de custos externos estão incluídos os danos causados aos rios em decorrência de descargas de águas residuais contaminadas, aos ecossistemas devido à eliminação de resíduos sólidos, à poluição do ar por causa das atividades produtivas. Esses custos são chamados de externos porque na maioria das vezes não são compensados pelas empresas e recaem sobre a sociedade na forma de aumento no custo da água, problemas de saúde em decorrência da poluição e perda de serviços ambientais gerados pela degradação (EPA, 1995).

Ely (1990) relata que, quando uma indústria emite fumaça na atmosfera ou joga resíduos diretamente no solo e nos rios, essa indústria prejudica outras empresas ou pessoas que dependem desses recursos, que, por sua vez, não são ressarcidas pelo agente poluidor. Outro exemplo de externalidade é quando uma empresa de fundição de cobre, ao provocar chuvas ácidas, prejudica a colheita dos agricultores da vizinhança. Esse tipo de poluição representa um custo para a agricultura, que sofre os danos causados pelas chuvas ácidas, e não para a indústria poluidora, por isso os custos de produção dessa indústria, nesse caso, são inferiores aos custos impostos à coletividade e, por consequência, o nível de produção dessa indústria é maior do que aquele que seria socialmente desejável (SOUSA, 2008).

Sousa (2008) reporta que as externalidades levam os agentes não diretamente envolvidos na atividade geradora a usarem recursos para corrigir os efeitos por elas gerados. O modo mais comum de uso desses recursos são as internações hospitalares, decorrentes de doenças relacionadas à poluição. Embora representem, efetivamente, gastos (recursos públicos) para os doentes, esses não são contabilizados nos custos da empresa. Desse modo, o custo da poluição ou degradação não incide sobre os que geram esses custos, mas recai sobre a sociedade e sobre as gerações futuras.

Outro exemplo de externalidade citado por Schaltegger e Burritt (2000) é a perda da biodiversidade, que poderia resultar em poucas oportunidades para as gerações futuras observarem os animais selvagens, bem como também na perda da satisfação em conhecerem quais espécies existem. Os autores relatam que, além dessas perdas, surge também o custo social e econômico, tendo em vista que a redução das reservas de genes resulta em perdas de potenciais benefícios no desenvolvimento de novos produtos farmacêuticos.

Serôa da Motta, Ruitenbeek e Huber (1998) destacam que essas externalidades geralmente não são captadas nas relações de mercado devido à indefinição de direitos privados de propriedade. Quando essas externalidades ambientais se tornam internalizadas, surgem novos custos que devem ser gerenciados através de um sistema de contabilização, de modo suficientemente correto, para facilitar tomadas de decisões sólidas, uma vez que na maioria das vezes estão ocultos nas despesas gerais e subestimados (SHIELDS; BELOFF; HELLER, 1997).

A Cica (1997) também apresenta graficamente (Figura 13) os vários tipos de custos ambientais e outros que incorrem nas empresas. Os custos internos relacionados ao ambiente e que tipicamente não são identificados, controlados ou discriminados separadamente estão apresentados nas caixas 1, 2, 3, 4 e 6. Na caixa 5 usualmente estão incluídos os outros custos operacionais e de capital. O reconhecimento, as medidas e a transparência de alguns outros custos representados pelas caixas 1 e 3 também estão incompletos, dependendo dos princípios e das políticas de reconhecimento dos passivos da empresa. Já os custos representados pelas caixas 7 e 8 são os custos externos, suportados por outras partes, que normalmente não são identificados, registrados e contabilizados pela maioria das empresas (CICA, 1997).

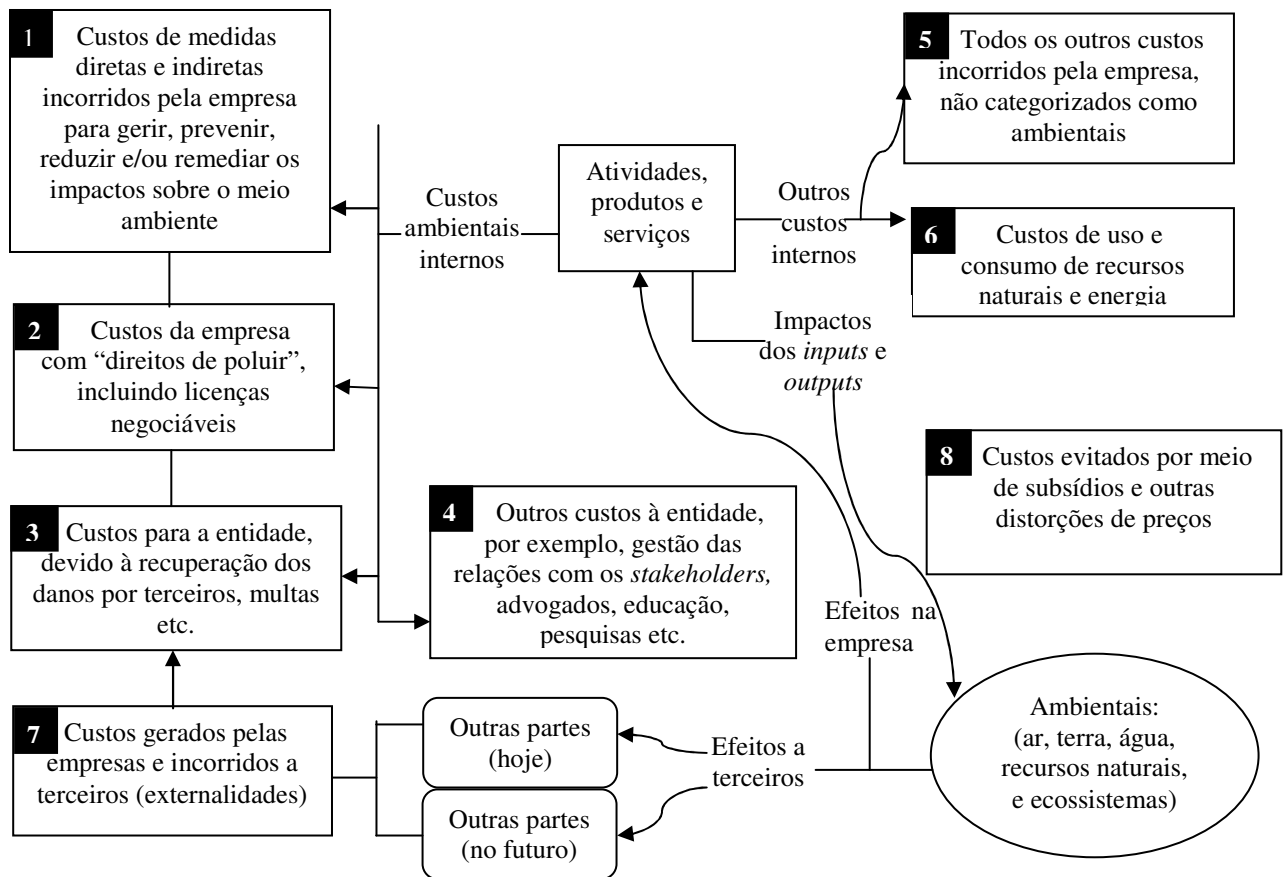


Figura 13 – Tipos de custos incorridos pela empresa e por outros afetados pelos impactos ambientais  
Fonte: CICA (1997).

A Cica (1997) descreve que na prática, e sempre que possível, os custos externos deveriam ser monetarizados (expressos em unidade monetária) ou, caso contrário, quantificados por meio de informações qualitativas. A Divisão das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável (United Nation Division for Sustainable Development – UNDS, 2001) aponta que o fato de os custos ambientais não serem totalmente registrados conduz a cálculos distorcidos das opções de melhoria. Projetos de salvaguarda ambiental que visam prevenir emissões e resíduos na origem, através de uma melhor utilização das matérias-primas, secundárias e auxiliares menos perigosas, não são reconhecidos nem implementados, e as vantagens econômicas e ecológicas decorrentes de tais medidas não são usufruídas. Os responsáveis não estão frequentemente conscientes de que produzir resíduos e emissões é em geral mais oneroso do que depositá-los em locais adequados.

Bergamini Junior (2000) acredita que as empresas não evidenciam os impactos ambientais devido a vários fatores, tais como a falta de regulamentação visando à proteção ambiental, a falta de rigor da fiscalização, o reduzido nível de conscientização tanto do empresariado quanto da sociedade, dentre outros. Já a contabilidade tradicional não evidencia

os custos ambientais simplesmente porque, na prática, eles não são exigidos pela sociedade e são vistos como se não existissem. Merico (2002) destaca que ainda em 1920 o economista Artur Pigou propôs a criação de um imposto como maneira de transpor o abismo entre custo privado e social que se encontra na raiz do problema ambiental. A ideia de Pigou era um mecanismo de internalização dos custos ambientais baseado na interferência dos governos no sistema de mercado, definindo-se os valores do meio ambiente degradado e assegurando que esses estivessem incorporados nos preços dos bens produzidos.

Nessa mesma linha de raciocínio, Serôa da Motta (2006) expõe que somente há um nível econômico ótimo se as externalidades negativas, como, por exemplo, os danos ambientais e sociais, forem internalizadas no preço do produto. Uma vez que esse sobrepreço da externalidade é determinado e cobrado de cada usuário, os níveis de uso individual e agregado do recurso se alteram. Tais níveis refletiriam uma otimização social porque, a partir da internalização dos custos desses recursos, os benefícios do uso seriam contrabalançados por todos os custos associados a ele e, com isso, cada usuário pagaria exatamente o dano gerado pelo seu uso.

No entanto, se os recursos e serviços naturais, embora desempenhem funções econômicas que deveriam ter preços positivos, continuarem sendo tratados como bens livres ou “preço zero”, o sistema de mercado poderá levá-los ao colapso devido à superexploração (MERICO, 2002). Ely (1990) descreve que em todo e qualquer programa ou projeto de desenvolvimento é fundamental a distribuição dos impactos ambientais e dos efeitos externos entre os indivíduos ou grupos sociais para dimensionar uma política de melhoria ambiental. Dessa forma, já é amplamente reconhecida a necessidade de internalizar os custos ambientais nas atividades de produção e consumo de forma a induzir a mudança do padrão de uso e consumo dos recursos naturais.

A Ontario Hydro, companhia elétrica de Ontario, Canadá, foi uma das poucas organizações, em parceria com a Environmental Protection Agency (EPA) (ICF INCORPORATED, 1996), a incorporar a ACC em suas tomadas de decisões (GALE; STOKOE, 2001). Bebbington et al. (2001) acreditam que o estudo de caso da Ontario Hydro ficou conhecido em virtude de a EPA publicar as atividades da companhia que embarcou profundamente no experimento. Aqui serão relatados alguns passos utilizados pela Ontario Hydro para identificar e incorporar as externalidades em suas tomadas de decisões.

Em 1993, a Ontario Hydro criou uma força-tarefa para desenvolver uma estratégia de Desenvolvimento Sustentável da Energia (DSE) (ICF INCORPORATED, 1996). O DSE foi formado por oito membros que representavam a economia ambiental, as finanças

corporativas, a gestão e a contabilidade financeira. Para isso, a companhia criou uma representação gráfica (Figura 14) em que divide os custos em internos, ambientais externos, impactos ambientais externos monetarizados e impactos ambientais externos não monetarizados.

As flechas indicam que essa representação não é estática, uma vez que, com o passar do tempo, um custo que atualmente é considerado externo futuramente poderá ser internalizado, resultado de leis, regulações e outras pressões para a empresa reduzir ou remediar seus impactos ambientais. Na categoria de custos internos da Ontario Hydro estão incluídos os custos convencionais da empresa. Na categoria de custos ambientais internos estão os custos menos tangíveis, ocultos ou internos indiretos, incluindo os custos ambientais, que, segundo ela, na grande parte das corporações não são identificados separadamente ou são mal alocados em despesas gerais (ICF INCORPORATED, 1996).

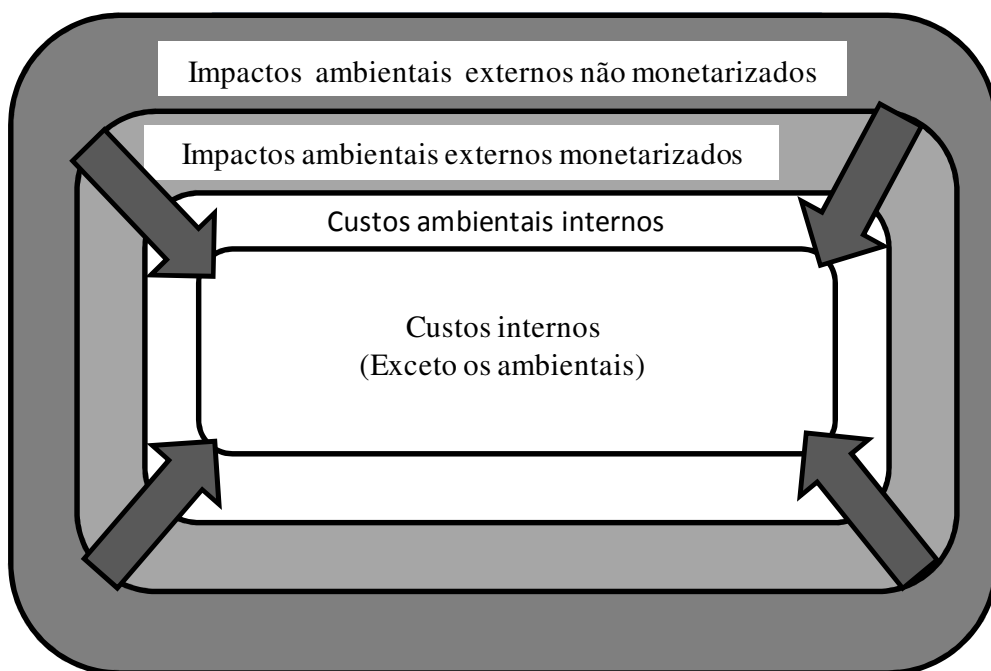


Figura 14 – Estrutura de custos da Ontario Hydro  
Fonte: ICF INCORPORATED (1996).

Quanto à quantificação e à monetarização das externalidades, a Ontario Hydro utiliza duas abordagens: o custo de controle e a função de dano. No custo de controle estão incluídos os custos de instalação e funcionamento de tecnologias de controle ambiental. A abordagem da função de dano usa dados de sites específicos e técnicas de modelagem combinada com métodos econômicos para estimar os impactos e os custos externos.



As estimativas preliminares para as externalidades foram derivadas dos impactos associados às estações fósseis da Ontario Hydro, localizada em Ontario, Canadá. Também foram feitas estimativas com base no ciclo de vida de um sistema nuclear, monetarizando os impactos físicos, estatisticamente estimados em termos de mortalidade humana, morbidade, perdas de produtividade e danos materiais nas estruturas construídas. Os custos externos foram calculados com base na geração de eletricidade em Ontario e na utilização de combustíveis fósseis. A média dos impactos estimados atingiu 95,79 milhões de dólares ou 0,395 centavos por quilowatt, sendo 54% representados pelas baixas hospitalares em razão de morbidades. A Ontario Hydro acredita que, teoricamente, os preços devem refletir todos os custos e benefícios internos, externos e associados à produção e ao consumo. Contudo, por questões de competitividade, a corporação não tem a intenção de incorporar tais custos no preço dos produtos e serviços. Porém, a companhia acredita que a utilização da ACC pode ajudar nas tomadas de decisões que gerem menos custos para a sociedade (ICF INCORPORATED, 1996).

A Ontario Hydro criou um guia (Quadro 11) para classificar as despesas ambientais e o dividiu em gestão de materiais e resíduo, gestão da água, gestão do ar e gestão do uso do solo.

GESTÃO DE MATERIAIS E RESÍDUOS	GESTÃO DA ÁGUA
Uso de combustível fóssil (gestão nuclear)	Manejo de emissões químicas
Gestão de resíduos radioativos	Gestão das emissões radioativas
Gestão de resíduos de combustão	Gestão das emissões térmicas
Gestão de resíduos dos depuradores	Gestão de peixes, animais e museus
Gestão de produtos químicos, petróleo e substâncias tóxicas	Gestão do nível de água e inundações
Pesquisa e desenvolvimento	Pesquisa e desenvolvimento
Outros	Outros
GESTÃO DO AR	GESTÃO DO USO DA TERRA
Gestão dos gases ácidos (SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , NO)	Direito de propriedade
Gestão das emissões radioativas	Prevenção de danos do solo (construção)
Gestão de emissões de partículas	Estética (paisagismo)
Gestão das emissões dos GEEs	Uso da terra incluindo os recursos do patrimônio
Pesquisa e desenvolvimento	Estudo dos efeitos elétricos e magnéticos
Outros	Proteção dos habitats e das áreas úmidas
	Gestão de impacto comunitário, incluindo acordos
	Pesquisa e desenvolvimento
	Outros

Quadro 11 – Guia das despesas ambientais da Ontario Hydro  
Fonte: ICF INCORPORATED (1996).

A Ontario Hydro acredita que a ACC ajuda a empresa ao fornecer subsídios para o estabelecimento de pontos de referência inicial com o fim da redução de emissões; avaliar os custos e benefícios de uma nova proposta de regulamentação ambiental; avaliar as externalidades ambientais associadas à produção privada; e contribuir com as tomadas de decisões sobre programas que abordam questões sociais, como, por exemplo, a redução dos gases de efeito de estufa (ICF INCORPORATED, 1996).

### 2.6.1 Externalidades positivas

Assim como as empresas geram externalidades negativas, também podem criar externalidades positivas. Ely (1990) descreve que uma externalidade positiva ocorre quando um proprietário de uma residência ou fábrica mantém seu jardim agradável e o prédio conservado, o que melhora os padrões de vida da vizinhança e gera a valorização real dos imóveis. Os beneficiários, por sua vez, também nada pagam pelos benefícios recebidos. Moura (2003) destaca como externalidade positiva a criação de abelhas, que proporcionam a polinização das plantas da vizinhança, melhorando a sua produtividade.

Acredita-se também que uma externalidade positiva pode surgir quando uma empresa solta girinos e alevinos nos rios e nos lagos a fim de se reproduzirem, beneficiando toda a comunidade, uma vez que essa obterá alimentos a custos menores, sem pagar nada mais por isso. Uma empresa que desenvolve tecnologias e mecanismos que auxiliem na preservação ambiental e na manutenção das espécies, gerando empregos sem degradar o meio ambiente, também gera uma externalidade positiva.

Sousa (2008) acredita que a educação também promove externalidades positivas porque os membros de uma sociedade, e não somente os estudantes, auferem os diversos benefícios gerados pela existência de uma população mais educada, os quais não são contabilizados pelo mercado. A autora destaca que a educação contribui para melhorar os níveis de saúde de determinada população, como, por exemplo, os níveis mais elevados de escolaridade materna reduzem as taxas de mortalidade infantil. Os benefícios indiretos da educação, por não serem precificados, não são computados nos benefícios privados, uma vez que incluem apenas as vantagens pessoais da educação, como, por exemplo, os salários obtidos em função do nível de escolaridade.

Jasch e Lavicka (2006) descrevem que uma empresa pode gerar múltiplos efeitos externos positivos em uma região, dentre os quais se pode citar o aumento do valor dessa região. E, se essa escolhe os seus fornecedores próximos, pode aumentar a estabilidade e o crescimento, gerando emprego e renda e proporcionando maior segurança para a população local.

Serôa da Motta (1997) destaca que as externalidades positivas, *benefícios externos*, deveriam ter preços positivos por representarem benefícios não apropriadamente pagos. Por exemplo, uma empresa desenvolve um método de produção ou administração de baixo custo que é absorvido gratuitamente por outra empresa; ou quando um fazendeiro preserva uma área florestal que favorece gratuitamente a proteção do solo de outros fazendeiros. Já as externalidades negativas, *custos externos*, deveriam ter preços negativos por significarem perda de utilidade principalmente àqueles de cunho ambiental. Por exemplo, a degradação ou exaustão de recursos ambientais decorrentes das atividades de produção e consumo de certos bens que prejudicam a saúde humana e a produção de outros bens que também destroem a fauna e flora.

#### 2.6.2 Externalidades geradas pela degradação do solo

Carvalho (2005) aponta que o custo da degradação do solo é provavelmente aquele que melhor representa o custo real dos danos ambientais enfrentados pela sociedade e que deve ser internalizado nos projetos. No entanto, o grande desafio é a dificuldade de estimar esses custos, que são muitas vezes referentes a impactos não quantificáveis e que não possuem preço de mercado. O Decreto nº 97.632/89 define como degradação ambiental os processos resultantes dos danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais (BERTÉ, 2007).

O'Neill (2007) descreve que a degradação do solo resulta em muitos custos externos que incluem queda de produtividade, aumento do uso de fertilizantes, aumento nos custos de tratamento de água, eutroficação, custos para drenagem de canais de vias públicas, danos às outras propriedades, danos na desova dos peixes, danos nos habitats aquáticos, aumento no risco de inundação, perda de carbono, entre outros. Montanarella (2006) aponta que as atividades humanas são as principais responsáveis pela degradação do solo e geram a erosão,

a redução da matéria orgânica, a contaminação, a impermeabilização e a compactação, a perda da biodiversidade, a salinização, as inundações e os deslizamentos de terra. Na Figura 15, Montanarella (2006) faz uma demonstração dos principais elementos causadores de degradação do solo.

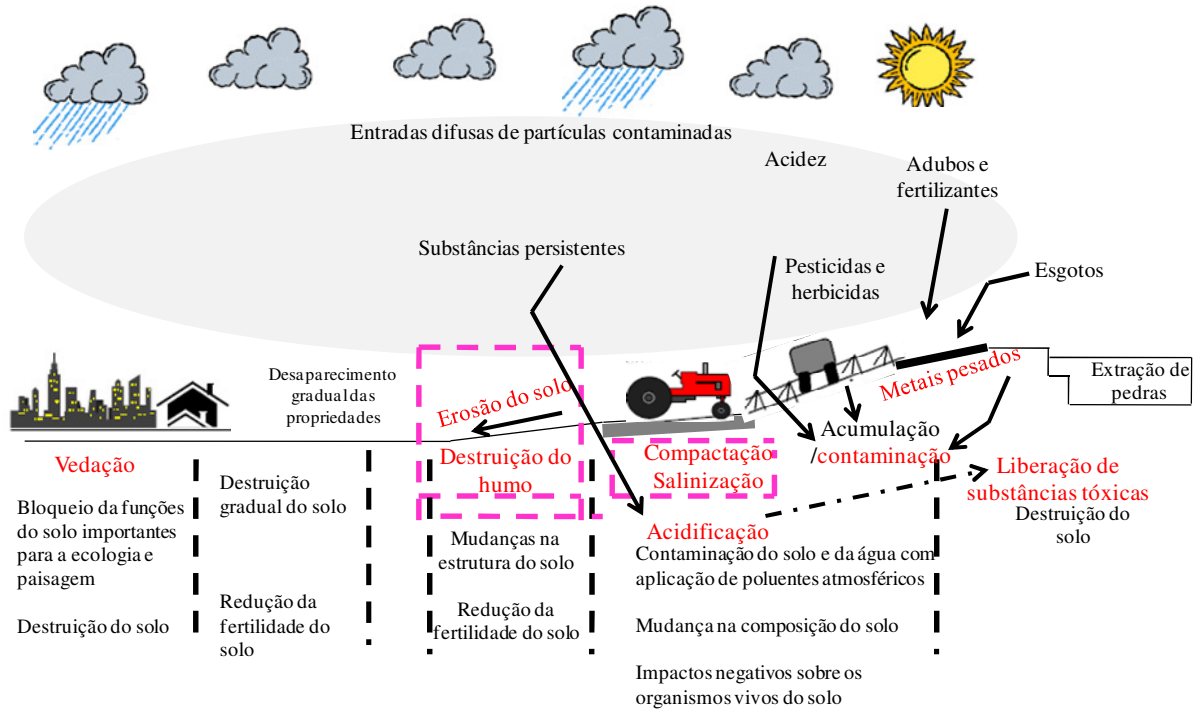


Figura 15 – Impactos das atividades humanas no solo  
Fonte: Adaptado de: MONTANARELLA (2006).

As principais consequências provocadas pela erosão (Figura 15) são a perda de solo; a perda da fertilidade do solo devido à interrupção dos ciclos de nutrientes; as restrições sobre a utilização do solo, impedindo a remodelação da área para outras atividades, tais como recreação, produção agrícola e florestal. Além disso, a erosão gera perda do valor da terra, poluição difusa das águas superficiais, efeitos negativos nos ecossistemas aquáticos e, consequentemente, biodiversidade, redução da capacidade de retenção de água e problemas de saúde devido à poeira e a partículas no ar. A redução da matéria orgânica se dá pela conversão das matas para pastagens e agricultura, drenagem de zonas úmidas, baixa rotação de culturas e mineralização acelerada devido a práticas de culturas agrícolas contínuas. E, como consequência, a liberação de gases de efeito estufa, a perda da biodiversidade, a redução da infiltração da água, o maior risco de inundação, a redução de absorção dos poluentes da água e do ar, o aumento de erosão, a perda de fertilidade do solo, a poluição difusa (MONTANARELLA, 2006).

A contaminação do solo geralmente é gerada pelas instalações industriais, pelas instalações minerais, pelos despejos ilegais de resíduos em aterros não manejados corretamente, pelo armazenamento de produtos químicos, pelos acidentes provocados por derramamento de produtos químicos, pela deposição de substâncias perigosas, pelas bases militares, pela introdução intencional de substâncias perigosas no solo. As principais consequências são o risco à saúde humana, a contaminação da água, a contaminação dos lençóis freáticos, a perda de fertilidade do solo, as restrições para uso futuro do solo, a perda de valor da terra. Os principais problemas ambientais gerados pela compactação são a perda da qualidade do solo devido à redução de poros, a redução da infiltração da água, a redução do armazenamento de água, a emissão de gases, o rápido aumento dos rios e lençóis freáticos após tempestades, o aumento de fungos (MONTANARELLA, 2006).

A perda da biodiversidade provoca a redução do funcionamento da cadeia alimentar e, conseqüentemente, as perdas de rendimentos das culturas; a formação do solo; a ciclagem de nutrientes e fixação de nitrogênio; o sequestro de carbono; a capacidade de resistência do solo para suportar pressões; a ciclagem e retenção da água; o aumento de pragas e doenças nas plantas; a capacidade de biorremediação (uso de seres vivos para recuperação de áreas contaminadas); mudanças na estrutura do solo; recursos genéticos; e impactos negativos sobre a biodiversidade. As consequências geradas pela salinização são perda da fertilidade do solo, perda de biodiversidade, perda do valor da terra, redução na infiltração e retenção da água, danos à infraestrutura de transporte marítimo e abastecimento de águas. As inundações e os deslizamentos de terras provocam perdas de vidas humanas, danos materiais e estruturais, efeitos negativos indiretos sobre a economia, perda de fertilidade do solo, contaminação do solo e da água, custos de descontaminação da água, entre outros (MONTANARELLA, 2006).

Barahona (2008) descreve que, quando modificadas as propriedades físicas, químicas, físico-químicas e biológicas, o solo é conduzido para a deterioração. E, ao degradá-lo, perde-se a capacidade de produção e cada vez mais há necessidade de adicionar insumos para produzir colheitas inferiores, as quais seriam produzidas em solo não degradado. Essa perda de capacidade produtiva pode ser vista na Figura 16, de acordo com cada tipo de solo.

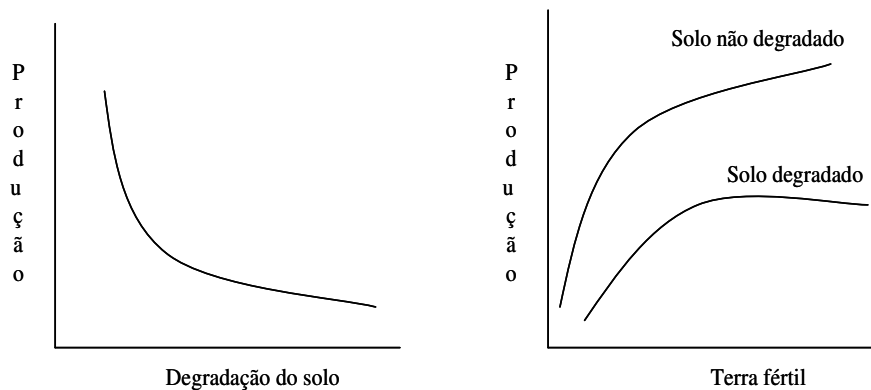


Figura 16 – Níveis de produtividade em solos férteis e degradados  
 Fonte: BARAHONA (2008).

Na Figura 16 observa-se que em solo degradado a produção tende a sofrer redução, enquanto que em solos férteis a produção se eleva de forma ascendente, o que corrobora com as consequências mencionadas por Montanarella (2006).

Barahona (2008) classifica a degradação em cinco categorias: física, química, biológica, erosão e contaminação. A degradação *física* ocorre pela perda de estrutura, pelo aumento da densidade aparente, pela redução da permeabilidade e pela diminuição da capacidade de retenção de água. A degradação *química* pode ocorrer de várias maneiras, como perda de nutrientes, acidificação, salinização, solidificação, aumento da toxicidade por liberação ou concentração de determinados elementos químicos.

A degradação *biológica* ocorre quando existe redução de matéria orgânica incorporada, gerando a perda seletiva de materiais do solo. A degradação apresenta intensidades diferentes. Quando antrópica (modificada pelo homem), dá-se de modo mais intenso; no entanto, quando natural, sua evolução dá-se em ritmo lento (DORST, 1973; BARAHONA, 2008). A *erosão* é a perda seletiva de materiais do solo pela ação da água e do vento. Quando o agente causador da ação for a água, denomina-se erosão hídrica; e, se for o vento, denomina-se degradação eólica. Já a *contaminação* é o acúmulo de substâncias químicas jogadas no solo (BARAHONA, 2008).

### 2.6.3 Externalidades geradas pela agricultura

Pretty et al. (2000) criaram sete categorias de custos a fim de identificar os custos externos gerados pela agricultura do Reino Unido (Tabela 9). Essas categorias foram divididas em grupos relacionando danos ao capital natural e à saúde humana.

Para o levantamento desses dados, os autores utilizaram 17 fontes de dados, tais como (1) o conjunto de dados de 28 empresas de água da Inglaterra e do País de Gales; (2) dados da associação agroquímica britânica; (3) dados da Secretaria do Meio Ambiente, dos Transportes e das Regiões sobre a poluição da água; (4) dados da Agência Ambiental sobre a eutroficação e poluição; (5) dados da Agência Ambiental sobre o monitoramento das águas subterrâneas e superficiais; (6) dados do Ministério da Agricultura, Pescas e Alimentação e também sobre uso de pesticidas e medicamentos veterinários; (7) inventário das emissões atmosféricas nacional e da Comunidade Europeia; (8) estudos na literatura sobre os custos externos dos GEEs; (9) inventários de autoridades locais sobre acidentes e custos de limpeza; (10) dados da Agência Ambiental sobre as perdas de matéria orgânica e a erosão do solo; (11) dados do Instituto de Ecologia Terrestre sobre as perdas de espécies; (12) dados sobre a biodiversidade do Reino Unido e dos custos de ações para recuperação da biodiversidade e dos habitats; (13) dados da Secretaria do Meio Ambiente, dos Transportes e das Regiões sobre as perdas de cercas vivas e muros de pedras; (14) dados na literatura sobre as perdas das colônias de abelhas; (15) dados da Agência de Saúde sobre intoxicações por agrotóxicos; (16) dados do laboratório de serviço de saúde pública sobre intoxicação alimentar; e (17) dados do Serviço Nacional de Auditoria sobre encefalopatia espongiforme bovina.

As estimativas basearam-se apenas nas externalidades que dão origem a custos financeiros. Os custos adicionais privados (internos), tais como aumento da resistência de pragas ou ervas daninhas, uso excessivo de pesticidas e armazenamento e descarte de agrotóxicos, não foram incluídos (PRETTY et al., 2000).

A Tabela 9 resume o total dos custos externos gerados pela agricultura no Reino Unido em 1996 e a variação no período de 1990 a 1996.

Tabela 9 – Custos externos ambientais e de saúde da agricultura do Reino Unido em € (milhões) 1996

<b>Categorias de custos</b>	<b>Reino Unido (milhões €) 1996</b>	<b>Varição em (milhões €) 1990 a 1996</b>
<b>1 Danos ao capital natural – Água</b>	231	
1a. Pesticidas nas fontes de água potável	120	84-129
1b. Nitrato nas fontes de água potável	16	8-33
1c. Fosfato e solo nas fontes de água potável	55	22-90
1d. Zoonose (ex.: criptosporidiose) nas fontes de água potável	23	15-30
1e. Incidência de eutroficação e poluição (fertilizantes, resíduos)	6	4-7
1f. Monitoramento e orientação sobre pesticidas e nutrientes	11	8-11
<b>2 Danos ao capital natural – Ar</b>	1.113	
2a. Emissões de metano	280	248-376
2b. Emissões de amônia	48	23-72
2c. Emissões de óxido nitroso	738	418-1700
2d. Emissões de dióxido de carbono	47	35-85
<b>3 Danos ao capital natural – Solo</b>	96	
3a. Danos causados pela erosão	14	8-30
3b. Perda de matéria orgânica e dióxido de carbono do solo	82	59-140
<b>4 Danos ao capital natural – Biodiversidade e paisagem</b>	126	
4a. Perdas da biodiversidade/animais selvagens (hábitats e espécies)	25	10-35
4b. Cercas vivas	99	73-122
4c. Perdas de colônias de abelhas	2	1-2
4d. Biodiversidade agrícola	(+)	(+)
<b>5 Danos à saúde humana – Pesticidas</b>	1	
5a. Efeitos agudos	1	0,4-1,6
5b. Efeitos crônicos	(+)	(+)
<b>6 Danos à saúde humana – Nitrato</b>	0	0
<b>7 Danos à saúde humana: micro-organismos e outras doenças</b>	776	
7a. Danos à saúde humana; micro-organismos e outras doenças		
7b. Doenças bacterianas e virais em alimentos	169	100-243
7c. Resistência aos antibióticos	(+)	(+)
7d. Encefalopatia bovina e hepatite	607	33-800
<b>Total (€)</b>	<b>2.343</b>	<b>1.149-3.907</b>

Fonte: Adaptado de: PRETTY et al. (2000).

Nota: (+) Ainda não é possível calcular.

Pretty et al. (2000) descrevem que, na década de 1990, as externalidades representaram 89% da renda líquida agrícola (€ 2,62 bilhões) e 13% da renda bruta agrícola (€ 17,47 bilhões). Em um século a agricultura moderna gerou um impacto sobre a fauna na



ordem de 170 espécies nativas. Além disso, desde 1945, 95% dos campos de flores silvestres ricas foram perdidos, entre 30% e 50% de matas de várzea antigas, 50% das flores de calluna, 50% das terras baixas, de brejos, de pântanos do vale e da bacia e 40% das sebes (cercas de arbustos). A diversidade de espécies também está em declínio no seu próprio hábitat. Outro problema gerado pela agricultura moderna, de acordo com Pretty et al. (2000), foi o elevado índice de uso de pesticidas que afetam a saúde humana. Uma pesquisa feita com dois mil agricultores que utilizaram pesticidas indicou que pelo menos 5% relataram ter algum problema relacionado aos agrotóxicos, tendo como principais sintomas a dor de cabeça e a dificuldade de dirigir.

Tabela 10 – Valor monetário estimado em € milhões para os custos ou benefícios agrícolas em 2003 em cinco países

Categorias de impactos	Ajustamento contábil		Inglaterra	País de Gales	Escócia	Irlanda	Reino Unido
Impactos no Bem-Estar da Sociedade		Valores em milhões de euros (€)					
I. Água	Poluição da água gerada pela agricultura	Interior	- 48	-1	-14	-7	-71
		Litoral	-3				
	Valor da captação da água para agricultura		-36				
II. Ar	Valor da poluição do ar gerada pela agricultura	Global	-543	-109	-143	-95	-889
		Regional/local	-43	-7	-10	-7	-67
III. Solo	Valor líquido da erosão do solo	n/e					
IV. Paisagem	Valor das paisagens e serviços de conforto dentro do setor agrícola		+124		+321	+45	+488
V. Hábitats e espécies	Valor do hábitat e serviços de proteção das espécies prestados pelo uso da terra dentro do setor agrícola	Hábitats	+225				
		Espécies					+307
VI. Resíduos	Valor da poluição e dos resíduos resultantes da produção agrícola						-15
VII. Ruídos	Valor do ruído e odor decorrentes da produção agrícola	n/e					

Impacto em outros setores					
I. Água	Custo da poluição da água potável	Governo	-2	-0,1	
		Companhia de saneamento			-181
	Custo de alagamento				-153
II. Ar	Incluso nas medidas acima		-		
III. Solo	Custo da erosão do solo				-9
IV. Paisagem	(+ Ex.: Valor da paisagem para o turismo		n/e		
V. Hábitats e espécies	(+ Ex.: Valor dos hábitats e espécies para o turismo		n/e		
VI. Barulho			n/e		

Fonte: EFTEC (2004).

Nota: n/e = não estimado.

Orientada por uma vasta pesquisa da literatura e fundamentando-se no conceito de sustentabilidade, a Economics for the Environment Consultancy (EFTEC, (2004) criou uma estrutura de contas para identificar os custos e benefícios ambientais da agricultura (Tabela 10) de cinco países: Inglaterra, País de Gales, Escócia, Irlanda do Norte e Reino Unido.

Segundo a EFTEC (2004), na tabela existem impactos físicos e econômicos com dados faltantes. Tais lacunas surgem como resultado das seguintes razões: a) não há informações sobre o efeito da erosão do solo da exploração de colheitas futuras, e essa lacuna exige mais esforço, pois normalmente requer uma investigação em longo prazo para estabelecer percursos e processos ambientais com alguma certeza; b) os dados físicos sobre a participação da agricultura no impacto ambiental ainda não são conhecidos; c) as paisagens agrícolas têm um impacto positivo no setor turístico, porém não se sabe a contribuição que a agricultura gera em termos econômicos para o setor do turístico; e d) também pode haver dados físicos sobre o impacto ambiental e a participação da agricultura, contudo pode não haver dados de avaliação econômica.

Em 2003, entre os cinco países que compuseram a amostra do estudo, a agricultura do Reino Unido foi a que produziu maior custo externo com a poluição do ar, gerando € 889 (milhões), e em segundo lugar aparece a Inglaterra, com € 543 (milhões), conforme demonstra a Tabela 10.

A EFTEC (2004) também calculou os custos ambientais dos impactos no bem-estar social provocados pelos gases de efeito estufa e por outros gases na Inglaterra, no País de Gales, na Escócia, na Irlanda do Norte e no Reino Unido. O custo dos gases foi calculado com

base em diversos estudos da literatura, e o carbono equivalente foi baseado no “Guia de valoração do custo social das emissões de carbono”, do Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra), conforme mostra a Tabela 11.

Tabela 11 – Valor das emissões em toneladas, preço médio e total em (€ milhões) dos custos sociais gerados pelos gases de efeito estufa produzidos pela agricultura em cinco países

GEEs	Valores	Inglaterra	P. de Gales	Escócia	I. do Norte	R. Unido
Metano (CH <sub>4</sub> )	Toneladas	509.838	134.847	150.479	118.911	914.075
	P médio. unit. (€)	400,00				
	T. milhões (€)	204,00	54,00	60,20	47,60	365,60
Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O)	Toneladas	56.520	9.228	14.023	7.924	87.695
	P médio. unit. (€)	5.588				
	T. milhões (€)	315,80	51,60	78,40	44,30	490,00
Amônia (NH <sub>3</sub> )	Toneladas	172.099	27,91	41.067	31.317	272.274
	P médio. unit. (€)	178,50				
	T. milhões (€)	30,70	5,00	7,30	5,60	48,60
Óxido de Nitrogênio (NO <sub>x</sub> )	Toneladas	12.593	1.948	2.346	1,78	18.668
	P médio. unit. (€)	543,50				
	T. milhões (€)	6,80	1,10	1,30	1,00	10,10
Comp. org. não metano (NMOC)	Toneladas	3.063	474,00	571,00	437,00	5.544
	P médio. unit. (€)	1.367				
	T. milhões (€)	4,20	0,60	0,80	0,60	6,20
Dióxido de enxofre (SO <sub>2</sub> )	Toneladas	989,00	153,00	184,00	142,00	1.468
	P médio. unit. (€)	1.520				
	T. milhões (€)	1,50	0,20	0,30	0,20	2,20
Monóxido de Carbono (CO)	Toneladas	13.863	2.144	2.582	1.984	20.574
	P médio. unit. (€)	1,40				
	T. milhões (€)	0,019	0,003	0,004	0,029	0,029
Carbono equivalente <sup>4*</sup>	Toneladas	325.228	50.307	60.584	39.322	475.442
	P médio. unit. (€)	70,00				
	T. milhões (€)	22,80	3,50	4,20	2,80	33,30

Fonte: EFTEC (2004).

Nota: \*A tabela não inclui a perda CO<sub>2</sub> porque essa compõe a categoria "solo".

O CH<sub>4</sub> é predominantemente resultado da fermentação entérica<sup>5</sup> em ruminantes bovinos e ovinos e resíduos; o N<sub>2</sub>O bem como outros óxidos de nitrogênio são consequência da redução de nitrato no solo ligada à utilização de adubos e fertilizantes; as emissões de amônia (NH<sub>3</sub>) são geradas pela agricultura e estão associadas à produção e ao uso de produtos ricos em nitrogênio, particularmente em bovinos, aves e suínos. Os efeitos da amônia geralmente são locais; contudo, dependendo das condições meteorológicas, a poluição pode se estender para outros países. A concentração de NH<sub>3</sub> causa preocupação devido à sua contribuição para a acidificação, que conduz à mudança da qualidade do solo e da água (EFTEC, 2004).

<sup>4</sup> Uma tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente = 0,2727 tonelada de carbono equivalente (EPA, 2005).

<sup>5</sup> Processo digestivo pelo qual os micro-organismos decompõem os carboidratos em moléculas simples para a absorção do fluxo sanguíneo (IPCC, 2006a).

As emissões do CO<sub>2</sub> provenientes da agricultura resultam principalmente da utilização de combustíveis fósseis diretos e indiretos e da liberação de carbono orgânico contido no solo. Isso acontece em todos os solos através de atividades, tais como arar campos, especialmente em áreas previamente não cultivadas. A agricultura também contribui para as emissões de dióxido de carbono como uma consequência de seu uso de eletricidade gerada pela queima de combustíveis fósseis e pela utilização de materiais, tais como a fabricação de fertilizantes, que resulta em significativo índice de emissões de CO<sub>2</sub> (EFTEC, 2004; PRETTY et al., 2000).

Masselink (2007) apresenta na Tabela 12 a participação de cada gás e outros componentes gerados pela agricultura e pecuária.

Tabela 12 – Participação de cada GEE e de outros componentes sobre os custos externos do setor agrícola

<b>Substância</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Participação</b>
Amônia	NH <sub>3</sub>	28,75%
Óxido nitroso	N <sub>2</sub> O	17,85
Metano	CH <sub>4</sub>	16,32%
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	13,55%
Zinco	Zn	6,30%
Nitrato	NO <sub>3</sub>	5,09%
Níquel	Ni	5,06%
Fosfato	PO <sub>4</sub>	3,47%
Cobre	Cu	1,60%
Total		97,99%

Fonte: MASSELINK (2007).

A soma dos GGEs (NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> e CO<sub>2</sub>), conforme demonstra a Tabela 12, atingiu 76,5%. Resultado semelhante foi encontrado por Vergé et al. (2008), que identificaram que a agricultura é responsável por 79% das emissões de N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> e CO<sub>2</sub>. Na Europa, em 2009 a agricultura foi responsável por 93,5% das emissões de NH<sub>3</sub> (EEA, 2009).

No Brasil, o MCT (2004), em seu primeiro inventário das emissões de CO<sub>2</sub> proveniente da mudança do uso das terras e florestas, identificou 722,5 Tg CO<sub>2</sub>/ano, sendo 59% na Amazônia, 26% no Cerrado, 6% na Mata Atlântica, 5% na Caatinga e 4% no Pantanal. As emissões de N<sub>2</sub>O provenientes de solos agrícolas foram na ordem de 485,11 Gg, sendo 25% representados pela região Centro-Oeste (LIMA et al, 2006). Já o CH<sub>4</sub> da pecuária foi na ordem de 9.753,29 Gg/ano no período de 1993 a 1995 (LIMA et al, 2006).

Dados do IPCC (2006a) apontam, de acordo com a Tabela 13, que cada vaca da América Latina emite 63 kg de metano por ano; a maioria do gado desse continente é tratada com pastagens, pequena quantidade em currais, e o gado de engorda constitui grande parte da população.

Tabela 13 – Níveis médios de metano (CH<sub>4</sub>) e produção leiteira em oito continentes

Continentes/Alimentação	kg de CH <sub>4</sub> /cabeça/ano		kg de leite cabeça/ano
América do Norte Forragem e grãos	Vacas	121	8.400
	Outros	53	
Europa Ocidental Forragem e grãos	Vacas	109	6.000
	Outros	57	
Europa Oriental Forragem	Vacas	89	2.550
	Outros	58	
Oceania Pastagem	Vacas	81	2.200
	Outros	60	
América Latina Pastagem	Vacas	63	800
	Outros	56	
Ásia Pastagem	Vacas	61	1.650
	Outros	47	
África e Oriente Médio Pastagem	Vacas	40	475
	Outros	31	
Subcontinente indiano Subprodutos agrícolas	Vacas	51	900
	Outros	27	

Fonte: IPCC (2006a).

Primavesi et al. (2004) estudaram bovinos leiteiros em condições tropicais no Brasil e identificaram que as vacas holandesas em lactação emitiram 147 kg de CH<sub>4</sub>/ha/ano e que as vacas secas emitiram 101 kg de CH<sub>4</sub>/ha/ano. Já a vacas mestiças em lactação emitiram 121 kg de CH<sub>4</sub>/ha/ano e as secas, 107 kg de CH<sub>4</sub>/ha/ano. Valores inferiores foram encontrados pelo estudo da Embrapa, que apontou 59 kg de CH<sub>4</sub>/cab./ano para o gado leiteiro da região Norte, 61 kg da região Nordeste e Centro-Oeste, 65 kg da região Sudeste e 62 kg da região Sul (MCT, 2006).

Tegtmeier e Duffy (2004) estimaram os custos externos da produção agrícola, conforme aponta a Tabela 14, nos Estados Unidos em áreas de recursos naturais, animais selvagens, ecossistemas, biodiversidade e saúde humana. Para isso, os autores criaram seis categorias de danos divididos em água, solo, ar, animais silvestres e biodiversidade, saúde humana – patogenicias, saúde humana – e pesticidas. Para calcular esses custos, Tegtmeier e Duffy (2004) utilizaram diversas fontes de informações, como, por exemplo, a **água** teve como base o custo de tratamento para controlar poluentes associados à produção agrícola, tais como patogenicias microbianas, nitrato e pesticidas; os custos dos danos ao **solo** tiveram como fonte o Programa de Conservação de Reservas (Conservation Reserve Program – CRP); os custos dos danos ao **ar** basearam-se na literatura e na Agência Americana de Proteção Ambiental (United States Environmental Protection Agency – Usepa); os **animais silvestres e a biodiversidade** tomaram como fonte a Conservação Americana de Pássaros (American Bird Conservancy); os danos à saúde humana gerados por pesticidas e patogenicias usaram fontes da literatura e da Usepa.

Tabela 14 – Custos externos da produção agrícola dos Estados Unidos em 2002 (milhões de dólares)

	<b>Categorias de danos</b>	<b>Custos</b>
<b>1</b>	<b>Danos nos recursos de água</b>	
1a	Tratamento de patologias microbianas	118,60
1b	Necessidade de infraestrutura para o tratamento de nitrato	188,90
1c	Necessidade de infraestrutura para o tratamento de pesticidas	111,90
	<b>Subtotal da categoria</b>	<b>419,40</b>
<b>2</b>	<b>Danos aos recursos do solo</b>	
2a	Custo da indústria da água	277-831,10
2b	Custos para reposição das perdas de capacidade de reservatório	241,80-6.044,50
2c	Custo das companhias de água	268-790
2d	Danos com inundações	190-548,80
2e	Danos às atividades recreacionais	540,10-3.183,70
2f	Custos de navegação	304-338,60
2g	Impactos ecológicos (comercialização de peixes, valor de preservação)	224,20-1.218,30
2h	Impactos das usinas industriais	197,60-439,70
	<b>Subtotal da categoria 2</b>	<b>2.242,70-13.394,70</b>
<b>3</b>	<b>Danos aos recursos do ar</b>	
3a	Custos das emissões de GEEs da produção agrícola	283,80
3b	Custos das emissões de GEEs dos animais domésticos	166,70
	<b>Subtotal da categoria 3</b>	<b>450,50</b>
<b>4</b>	<b>Danos aos animais silvestres e biodiversidade</b>	
4a	Perda de polinização e mel pelo uso de pesticidas	409,80
4b	Perda de predadores pela aplicação de pesticidas	666,80
4c	Mortandade de peixes pelo uso de pesticidas	21,90-51,10
4d	Mortandade de peixes pelo derrame de chorume	11,90
4e	Perda de pássaros pelo uso de pesticidas	34,50
	<b>Subtotal da categoria 4</b>	<b>1.144,90-1.174,10</b>
<b>5</b>	<b>Danos à saúde humana – patogenias</b>	
5a	Custo das doenças causadas por patogenias comuns de origem alimentar	375,70
5b	Custos da indústria para atender a normas de higiene e alimentação	40,70-65,80
	<b>Subtotal da categoria 5</b>	<b>416,40-441,50</b>
<b>6</b>	<b>Danos à saúde humana – pesticidas</b>	
6a	Intoxicações por pesticidas e doenças relacionadas	1.009
	<b>Subtotal da categoria 6</b>	<b>1.009</b>
<b>Total</b>		<b>US\$ 5.682-16.889,20</b>
		<b>€ 3.256,30-9.677,50</b>

Fonte: Adaptado de: TEGTMEIER e DUFFY (2004).

As externalidades, apresentadas na Tabela 14, geraram custos em 2002 entre 5.682 a 16.889,20 milhões de dólares para os Estados Unidos. Em 1996, esses custos foram de 3.733,80 dólares (TEGTMEIER; DUFFY, 2004), ou seja, dois milhões de dólares a mais em seis anos.

Tegtmeier e Duffy (2004) estimaram também o custo externo por hectare, tomando como base a área cultivada nos Estados Unidos, que em 2002 era de 168,80 milhões de hectares, de acordo com a Tabela 15.

Tabela 15 – Custos externos anuais da produção de safra agrícola de 2002 nos Estados Unidos

<b>Categorias de danos</b>	<b>Custos/ha dólares</b>
Água	1,78
Solo	13,29-79,35
Ar	1,68
Biodiversidade	6,71-6,89
Saúde humana	5,98
<b>Totais</b>	<b>US\$ 29,44-95,68</b>
	<b>€ 16,89-54,82</b>

Fonte: Adaptado de: TEGTMEIER e DUFFY (2004).

Os custos externos do setor agrícola, apresentados na Tabela 15, em 2002, nos Estados Unidos, atingiram entre US\$ 29,44 e US\$ 95,68 por hectare. No Brasil, Serôa da Motta et al. (2000) levantaram o custo do desmatamento na região amazônica e apontaram um valor de US\$ 108,1 por hectare/ano. Segundo esses autores, se esse valor fosse internalizado ao proprietário local de terra, poderia viabilizar um uso sustentável a uma grande parte da região amazônica. Acredita-se que o valor encontrado por Serôa da Motta et al. (2000) foi superior aos de Tegtmeier e Duffy (2004), tendo em vista que Serôa da Motta et al. (2000) incluíram os valores da madeira na base de cálculo.

A União Europeia aprovou uma meta e dividiu cotas individuais de reduções para seus países. A Holanda, por exemplo, tem uma meta de 6% de redução das emissões, o equivalente a um nível de emissão média anual de 206 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente para o período 2008-2012 (DAVIDSON; BOON; VAN SWIGCHEM, 2005). Nesse sentido, o Governo holandês determinou um pacote adicional de medidas a serem implementadas caso haja uma ameaça de essa meta não ser atingida. Contudo, a relação custo-eficácia não é o único critério aplicado pelo governo, pois ele disseminou medidas aos vários setores da sociedade holandesa. Para isso, fixou um limite de 68 euros por tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente (DAVIDSON; BOON; VAN SWIGCHEM, 2005).

Com base nesse limite, Davidson, Boon e Van Swigchem (2005) criaram um “preço-sombra”<sup>6</sup> para calcular os custos dos gases de efeito estufa (GGEs). Contudo, tendo em vista que o pacote de medidas para indústria, serviços, comércio e varejo é um pacote de segurança,

<sup>6</sup> É um método de ponderação econômica baseado em custos de controle de danos (VOET et al., 2005).

a redução marginal do custo-alvo (preço-sombra) foi estimada a 50 euros pela tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente.

Por meio dos fatores de caracterização para outros gases de efeito estufa, os preços-sombra para esses podem ser calculados facilmente. Por exemplo, o potencial de aquecimento global do metano é 21 vezes superior ao potencial do CO<sub>2</sub>. Portanto, o preço-sombra para o metano seria de 1.050 euros por tonelada (DAVIDSON; BOON; VAN SWIGCHEM, 2005). Voet et al. (2005) destacam que o preço-sombra pode ser útil para comparar mudanças nos níveis de CO<sub>2</sub> resultantes da utilização de materiais com outros impactos ambientais.

Com base no preço-sombra apresentado por Davidson, Boon e Van Swigchem (2005), Masselink (2007) fez uma pesquisa na Holanda baseada em dois estudos de caso representados por dois setores agrícolas (leite e batatas). Nessa pesquisa, Masselink (2007) incluiu os custos ambientais externos dos gases de efeito estufa gerados pela agricultura e analisou a influência desses custos nos preços dos produtos agrícolas. Em cada caso, os custos ambientais externos da agricultura convencional foram comparados com os custos externos da agricultura ambientalmente correta (*environmental friendly*). Para isso, Masselink (2007) criou dois cenários, conforme apresenta o Quadro 12.

	<b>Cenário 1</b>	<b>Cenário 2</b>
Leite	Agricultura ambientalmente correta	Agricultura convencional
Batata	Agricultura ambientalmente correta	Agricultura convencional

Quadro 12 – Visão geral dos cenários  
Fonte: MASSELINK (2007).

Para o Cenário 1, na análise com a atividade leiteira ambientalmente correta, Masselink (2007) utilizou uma propriedade agrícola (De Marke) financiada pelo governo da Holanda através do Ministério da Agricultura desse país. A De Marke tem um conjunto de metas para redução das emissões de gases de efeito estufa, uso de energia e melhoria do valor ambiental. Para o Cenário 2 da atividade leiteira, o autor utilizou as propriedades convencionais com as mesmas características de tamanho, produção leiteira e ocupação de solo da De Marke, porém não deu atenção especial para o ambiente. Os dados das emissões da pecuária leiteira foram obtidos junto à De Marke e ao Centro de Pesquisa da Holanda. Para a cultura da batata no Cenário 1, com agricultura ambientalmente correta, Masselink obteve informações em uma fazenda-modelo na província de Limburg, na Alemanha, que foca um sistema agrícola ambientalmente correto e uma agricultura sustentável. E, para o Cenário 2, as emissões basearam-se em dados da literatura.



Na Tabela 16, Masselink (2007) apresenta um quadro comparativo das emissões (em kg por hectare) dos GEEs e dos demais componentes da agricultura convencional e da De Marke.

Tabela 16 – Comparação das emissões entre a atividade convencional e a de De Marke

Substâncias	Unidade	Convencional	De Marke	Diferença
Nitrogênio (N)	kg/ha	214	108	106
Amônia (NH <sub>3</sub> )		50	20	30
Óxido nitroso (N <sub>2</sub> O)		9	6	3
Metano (CH <sub>4</sub> )		391	158	233
Dióxido de carbono CO <sub>2</sub>		932	649	283
Fosfato (PO <sub>4</sub> )		44	8	36
Zinco (Zn)		613	328	285
Nitrato (NO <sub>3</sub> )		?	?	?
Cobre (Cu)		204	412	-208

Fonte: MASSELINK (2007).

A partir dos dados da Tabela 16, Masselink (2007) calculou o custo social referente às emissões da pecuária leiteira, utilizando o preço-sombra sugerido por Davidson, Boon e Van Swigchem (2005), e comparou o custo ambiental das duas formas, convencional e ambientalmente correta (Tabela 17).

Tabela 17 – Custos ambientais externos da produção de leite convencional e ambientalmente correta

Substância	Preço-sombra	Agr. Convencional	De Marke	Diferença
	(€), 100 kg/leite			
Nitrogênio (N)	3,80	2,08	0	2,08
Amônia (NH <sub>3</sub> )	6,40	2,36	1,07	1,29
Óxido nitroso (N <sub>2</sub> O)	15,50	0,98	0,74	0,24
Metano (CH <sub>4</sub> )	1,05	3,03	1,39	1,64
Dióxido de carbono CO <sub>2</sub>	0,05	0,34	0,27	0,07
Fosfato (PO <sub>4</sub> )	9	1,60	0	1,60
Zinco (Zn)	224	1,01	0,61	0,40
Nitrato (NO <sub>3</sub> )	0,90	0,00	0,00	0,00
Cobre (Cu)	2.914	4,38	10,04	-5,66
<b>Total</b>		<b>15,79</b>	<b>14,12</b>	<b>1,67</b>

Fonte: MASSELINK (2007).

Com a inclusão dos GEEs e dos demais componentes de custos na análise, a diferença dos custos externos entre a agricultura convencional e a de De Marke atinge € 1,67 para produzir 100 kg de leite. Porém, quando retiradas as substâncias zinco, nitrato e cobre (Tabela 18) a diferença atinge € 6,93 para cada 100 kg de leite produzido. Masselink (2007)

argumenta que a retirada dessas três substâncias se deu em função de que o Governo holandês não estipulou metas claras para as emissões de metais pesados.

Tabela 18 – Custos ambientais externos da produção de leite convencional e ambientalmente correta

Substância	Preço-sombra	Agr. Convencional	De Marke	Diferença
	(€), 100 kg/leite			
Nitrogênio (N)	3,80	2,08	0	2,08
Amônia (NH <sub>3</sub> )	6,40	2,36	1,07	1,29
Óxido nitroso (N <sub>2</sub> O)	15,50	0,98	0,74	0,24
Metano (CH <sub>4</sub> )	1,05	3,03	1,39	1,64
Dióxido de carbono CO <sub>2</sub>	0,05	0,34	0,27	0,07
Fosfato (PO <sub>4</sub> )	9	1,60	0	1,60
<b>Total</b>		<b>10,39</b>	<b>3,47</b>	<b>6,93</b>

Fonte: MASSELINK (2007).

Masselink (2007) destaca que, no geral, os custos de produção total, incluindo as externalidades para a atividade leiteira convencional, foram de € 49,68, sendo 21% representados pelos custos externos. Já para produzir os mesmos 100 kg de leite, a De Marke teve um custo total de € 52,27 euros, sendo 6,6% representados pelos custos ambientais externos.

Para a produção de batatas, Masselink (2007) faz um levantamento das emissões em kg por hectare/ano (Tabela 19) e demonstra que, no sistema convencional, os custos externos para produzir 100 kg de batatas totalizam € 0,66 euro. Já no sistema ambientalmente correto esses atingem 0,17, ou seja, uma diferença de € 0,49 euro.

Tabela 19 – Custos ambientais externos da produção de batatas convencional e ambientalmente correta

Substância	Preço-sombra	Agr. Convencional	Amb. correta	Diferença
	(€), 100 kg/batata			
Nitrogênio (N)	3,80	0,48	0	0,40
Óxido nitroso (N <sub>2</sub> O)	15,50	0,11	0,74	0,04
Dióxido de carbono CO <sub>2</sub>	0,05	0,07	0,27	0,05
<b>Total</b>		<b>0,66</b>	<b>0,17</b>	<b>0,49</b>

Fonte: MASSELINK (2007).

No geral, para produzir 100 kg de batatas de forma convencional, o custo total foi de € 7,67, sendo 9,44% representados pelos custos externos. Já na cultura ambientalmente correta os custos de produção geral foram de € 9,18 e os custos externos representaram 1,91% (MASSELINK, 2007). A Tabela 20 apresenta a evolução comparativa dos custos para

produzir 100 kg de leite e 100 kg de batatas das atividades com leite e batatas convencional e ambientalmente corretas e também com e sem a inclusão das externalidades.

Tabela 20 – Avaliação comparativa dos custos com atividades convencionais ambientalmente corretas sem e com a inclusão dos custos ambientais externos

Atividades	Sem os custos externos			Com os custos externos		
	Convencional	Ambientalmente Correta	<b>Evolução</b>	Convencional	Ambientalmente Correta	<b>Evolução</b>
Leite	39,28	48,80	<b>24%</b>	49,68	52,27	<b>5%</b>
Batata	7,01	9,00	<b>28%</b>	7,67	9,18	<b>19%</b>

Fonte: MASSELINK (2007).

Verifica-se na Tabela 20 que as atividades com leite e batatas ambientalmente corretas apresentam, respectivamente, percentual de 24% e 28% de aumento nos custos sem a inclusão das externalidades. Contudo, quando incluídas as externalidades, essa evolução atingiu, respectivamente, 5% e 19%. Masselink (2007) destaca que as atividades ambientalmente corretas exigem maiores tecnologias, e isso faz com que os custos se elevem. Portanto, esse panorama permite inferir que existe a necessidade de políticas públicas de subsídio para tecnologias limpas a fim de incentivar a redução das externalidades das atividades agrícolas.

Rodrigues (2005) usou o método custos de reposição para valorar economicamente os custos ambientais internos e externos entre os sistemas de plantio convencional e direto das atividades com soja e milho em região de Cerrado, no município de Mineiros, em Goiás. Os custos internos do processo de erosão foram calculados utilizando-se as perdas de solo por cultura, transformadas em perdas de nutrientes conforme a composição do solo, de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Custos internos} = Q_n (P_n + C_a) + (P_p \times Q_p)$$

Onde:

$Q_n$  = fertilizantes carregados pela erosão (tonelada);

$P_n$  = preço dos fertilizantes (R\$);

$C_a$  = custo de aplicação dos fertilizantes (R\$);

$P_p$  = preço da produção agrícola (R\$); e

$Q_p$  = redução da produtividade de longo prazo em virtude da erosão (t./ha)<sup>2</sup>.

Para calcular os efeitos externos do assoreamento dos recursos hídricos dos sistemas de captação de água, Rodrigues (2005) utilizou a seguinte equação:

$$R = P \cdot E \cdot n \cdot A \cdot p$$

Onde:

R – volume de retenção de sedimentos nos recursos hídricos (t./ano);

P – valor médio de perda do solo (%);

E – taxa de entrega de sedimentos (%);

n – eficiência média de retenção dos sedimentos nos recursos hídricos (%);

A – área estimada pela ocupação de lavouras (ha); e

p – volume do solo carregado para os recursos hídricos (%).

A Tabela 21 apresenta os resultados das atividades com soja e milho nos sistemas de plantio direto e convencional, incluindo os custos ambientais internos e externos.

Tabela 21 – Custos convencionais e ambientais internos e externos do plantio de soja e milho pelos sistemas convencional e direto

Culturas	Plantio convencional				Plantio direto			
	Conv.	Amb. internos	<b>Amb. externos</b>	Total	Conv.	Amb. internos	<b>Amb. externos</b>	Total
Soja	415,29	4,62	<b>2,62*</b>	422,53	417,23	1,10	<b>0,62*</b>	418,95
Milho	487,39	3,16	<b>1,25*</b>	491,80	458,51	2,30	<b>0,32*</b>	461,13

Fonte: RODRIGUES (2005).

Nota: \*Custo externo do assoreamento dos recursos hídricos.

Observa-se na Tabela 21 que os custos convencionais de produção da soja são superiores no plantio direto em 0,47%, porém, ao adicionar os custos ambientais internos e externos no sistema de plantio direto, tem-se uma redução de 0,85% nos custos. No caso do milho, o plantio direto tem uma clara vantagem sobre o plantio convencional, tanto em custos ambientais internos quanto externos. Com a adoção do plantio direto tem-se uma redução de 5,93% no custo de produção, 27,21% no custo ambiental interno e 74,4% no custo ambiental externo.

Destaca-se que tanto no estudo de Masselink (2007) quanto no estudo de Rodrigues (2005) as práticas de cultivo ambientalmente corretas reduzem significativamente os custos ambientais internos e externos, contudo os custos convencionais parecem ser maiores, e esse pode ser um fator desestimulante para a adoção de sistemas produtivos mais sustentáveis, já

que esses custos ambientais externos não são regulamentados e nem pagos pelos agentes causadores.

Lv, Gu, Guo (2010) valoraram as externalidades ambientais do cultivo de arroz no curso inferior do Rio Yangtze, na cidade de Zhenjiang, Província de Jiangsu, na China. O objetivo do estudo foi estimar os valores econômicos de quatro externalidades: (1) o custo das emissões dos gases de efeito estufa (GEEs)  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_4$  e  $\text{N}_2\text{O}$ ; (2) a poluição agrícola; (3) a capacidade de sequestro de carbono; e (4) o controle de inundações das funções agrícolas.

Sobre os custos das emissões, as estimativas quantitativas das emissões dos GEEs foram obtidas na literatura. Já o valor econômico baseou-se na média do preço da tonelada de carbono equivalente ( $t\text{C}_{\text{eq}}$ ), ou seja, € 14,24, também obtido na literatura. A partir desses valores, os custos externos foram calculados, multiplicando-se o potencial poluidor de cada um desses GEEs, sendo  $\text{CO}_2=1$ ,  $\text{CH}_4=21$  e  $\text{N}_2\text{O}=310$ , pelo carbono equivalente (12/44) e pelo valor da tonelada de carbono equivalente ( $t\text{C}_{\text{eq}}$ ) (LV; GU; GUO, 2010).

Quanto aos custos da poluição agrícola, o uso de fertilizantes, pesticidas e outras substâncias orgânicas ou minerais pode gerar poluição. Contudo, devido à limitação de informações, Lv, Gu e Guo (2010) consideraram como custo da poluição apenas o uso de fertilizantes químicos, multiplicando-se a taxa de perdas de nutrientes do solo pela quantidade de fertilizante aplicada. Esses dados foram obtidos por meio de pesquisa de campo.

Sobre a capacidade de sequestro de carbono, os dados para estimar a quantidade de carbono acumulado no solo foram baseados na literatura, multiplicando-se o teor de carbono no solo em áreas de terra arável.

Quanto ao controle das inundações, Lv, Gu e Guo (2010) tomaram como base o custo de construção e manutenção de uma represa que iria cumprir a mesma função de controle de água.

Ferreira, Resck e Gomes (2005), da Embrapa Cerrados, avaliaram o fluxo de  $\text{CO}_2$  do solo em diferentes estações do ano em uma rotação soja-milho localizada na Embrapa Cerrados, em Planaltina, no Distrito Federal. O fluxo médio de  $\text{CO}_2$  foi medido por absorção alcalina (AA) e pelo analisador de gás por infravermelho (Irga). Para a realização do estudo, foram selecionadas uma área com vegetação típica de Cerrado (CE) e seis parcelas de 1.250  $\text{m}^2$  de um experimento de longa duração instalado no ano agrícola de 1979, com os seguintes sistemas de preparo:

a) ADPP – preparo do solo com arado de discos pré-plantio, com solo revolvido a uma profundidade de 25 cm, com arado de discos no início do período chuvoso e na época do plantio, em outubro/novembro;

b) ADPC – preparo do solo com arado de discos pós-colheita, com os resíduos incorporados a uma profundidade de 25 cm duas vezes ao ano, logo após a colheita (em maio) e no final da estação chuvosa (em outubro/novembro);

c) AVPP – preparo do solo com arado de aivecas pré-plantio, em que o solo foi revolvido a uma profundidade de 40 cm apenas uma vez ao ano, na época do plantio, em outubro/novembro;

d) AVPC – preparo do solo com arado de aivecas pós-colheita, em que o solo foi revolvido a uma profundidade de 40 cm duas vezes ao ano, logo após a colheita (maio) e antes do plantio (em outubro/novembro);

e) PDAD – plantio direto a partir do segundo ano, em área preparada com arado de discos em 1979, primeiro ano de cultivo; e

f) PDAV – plantio direto a partir do segundo ano, em área preparada com arado de aivecas em 1979, primeiro ano de cultivo.

As medidas foram realizadas durante o período de 398 dias, em 48 intervalos de uma semana, no período de 14 de abril de 2000 a 11 de maio de 2001. Os fluxos de CO<sub>2</sub> (kg/ano), sob os diferentes sistemas de manejo do solo, estão apresentados na Tabela 22.

Tabela 22 – Fluxo de CO<sub>2</sub> kg/ha/ano do solo estimado pelos métodos AA e Irga em diferentes sistemas

Métodos	ADPP	ADPC	PDAD	AVPP	AVPC	PDAV	CE
AA	7.552	8.489	7.800	7.127	7.299	8.168	9.010
Irga	8.326	9.298	9.196	7.427	9.215	12.306	14.213

Fonte: FERREIRA, RESCK e GOMES (2005).

Nota: ADPP – preparo com arado de discos pré-plantio; ADPC – preparo com arado de discos pós-colheita; PDAD – plantio direto a partir do segundo ano em área preparada com arado de discos; AVPP – preparo com arado de aivecas pré-plantio; AVPC – preparo com arado de aivecas pós-colheita; PDAV – plantio direto a partir do segundo ano em área preparada com arado de aivecas; e CE – Cerrado.

Segundo Ferreira, Resck e Gomes (2005), em ambos os métodos e para todos os sistemas de manejo, o maior fluxo de CO<sub>2</sub> foi observado durante os meses de verão, quando o clima é mais chuvoso. No método AA, entre os meses de novembro e fevereiro ocorreu 62% de todo o fluxo anual. No mês de dezembro de 2000, foi obtido o maior fluxo (média = 1.334 kg de CO<sub>2</sub> por hectare). Em agosto, período mais seco do ano, a média do fluxo foi de 255 kg/ha. Já pelo método Irga o maior índice observado foi em janeiro, com 1.386 kg de CO<sub>2</sub>/ha, e em agosto, com 373 kg/ha.

Os autores chegaram à conclusão de que o fluxo de CO<sub>2</sub> no Cerrado foi sempre maior do que em todos os sistemas de manejo com o método Irga; depois de vinte anos de implantação do experimento, todos os sistemas apresentaram fluxo semelhante pelo método AA; as maiores emissões de CO<sub>2</sub> ocorreram na época chuvosa; o padrão de distribuição de chuva no Cerrado tem maior influência nas emissões de CO<sub>2</sub> do solo do que os sistemas de manejo estudados.

## 2.7 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO

Uma das maiores limitações da economia neoclássica foi que os sistemas econômicos não valoravam os bens e serviços produzidos pela natureza e não consideravam que problemas ambientais poderiam ser fatores limitantes para o crescimento econômico. A partir da década de 1960, surgiu a economia de recursos naturais, que lida com os aspectos da extração e da exaustão dos recursos naturais ao longo do tempo com o objetivo de alcançar o uso ótimo dos recursos renováveis e não renováveis.

Na década de 1980, surgiu a economia ambiental, que tinha como ênfase a questão da poluição, que era percebida como uma externalidade do processo de produção e consumo e podia ser tratada sob vários meios de internalização dos custos ambientais nos preços dos produtos. A partir dessa teoria desenvolveu-se o conceito analítico de valor econômico dos recursos ambientais (Vera)

No Brasil, a agricultura e a pecuária são as principais responsáveis pelo aumento dos gases de efeito estufa, que gerou uma série de discussões e acordos internacionais para a efetiva redução desses gases. No entanto, nosso país possui grande potencial para desenvolver projetos de natureza ambiental que transcendem não apenas a questão de redução dos poluentes, mas propiciam a realização de transferência social dos recursos de valor às comunidades locais e aos demais elos na cadeia e a obtenção de ganhos financeiros.

A agricultura gera custos ambientais externos que atingem principalmente a água, o ar e o solo e a biodiversidade, os quais não figuram nos preços dos produtos agrícolas e recaem sobre a sociedade na forma de taxas de água, custos de saúde e contingências ambientais, por isso existe uma grande corrente na literatura que defende uma melhor evidenciação e reconhecimento do que são custos ambientais internos e externos bem como a inclusão desses custos nos sistemas gerenciais das organizações.

Nesse sentido, o capítulo seguinte tem como propósito desenvolver construto dos custos ambientais internos e externos e apresentar a metodologia de cálculo das externalidades provocadas pela degradação ambiental e pelos gases de efeito estufa.



### **3 METODOLOGIA E PROPOSTA DE GERENCIAMENTO DOS CUSTOS AMBIENTAIS INTERNOS E EXTERNOS**

Este capítulo apresenta a metodologia da pesquisa e sugere maneiras de monitoramento e gerenciamento dos custos ambientais internos, bem como propõe e expõe formas de medição e valoração dos externos. A proposta está estruturada para aplicação no setor agrícola, porém, salvo algumas adaptações, pode ser utilizada em outros segmentos da economia.

#### **3.1 DESIGN DA PESQUISA**

Inicialmente foram criados construtos<sup>7</sup> (Figura 17), apoiados pela teoria, apresentando os principais problemas provocados pelos custos ambientais internos e externos que são gerados pela agricultura.

---

<sup>7</sup> Um construto é uma variável ou conjunto de termos e variáveis que busca representar empiricamente um conceito dentro de um quadro teórico específico (MARTINS; PELISSARO, 2005).

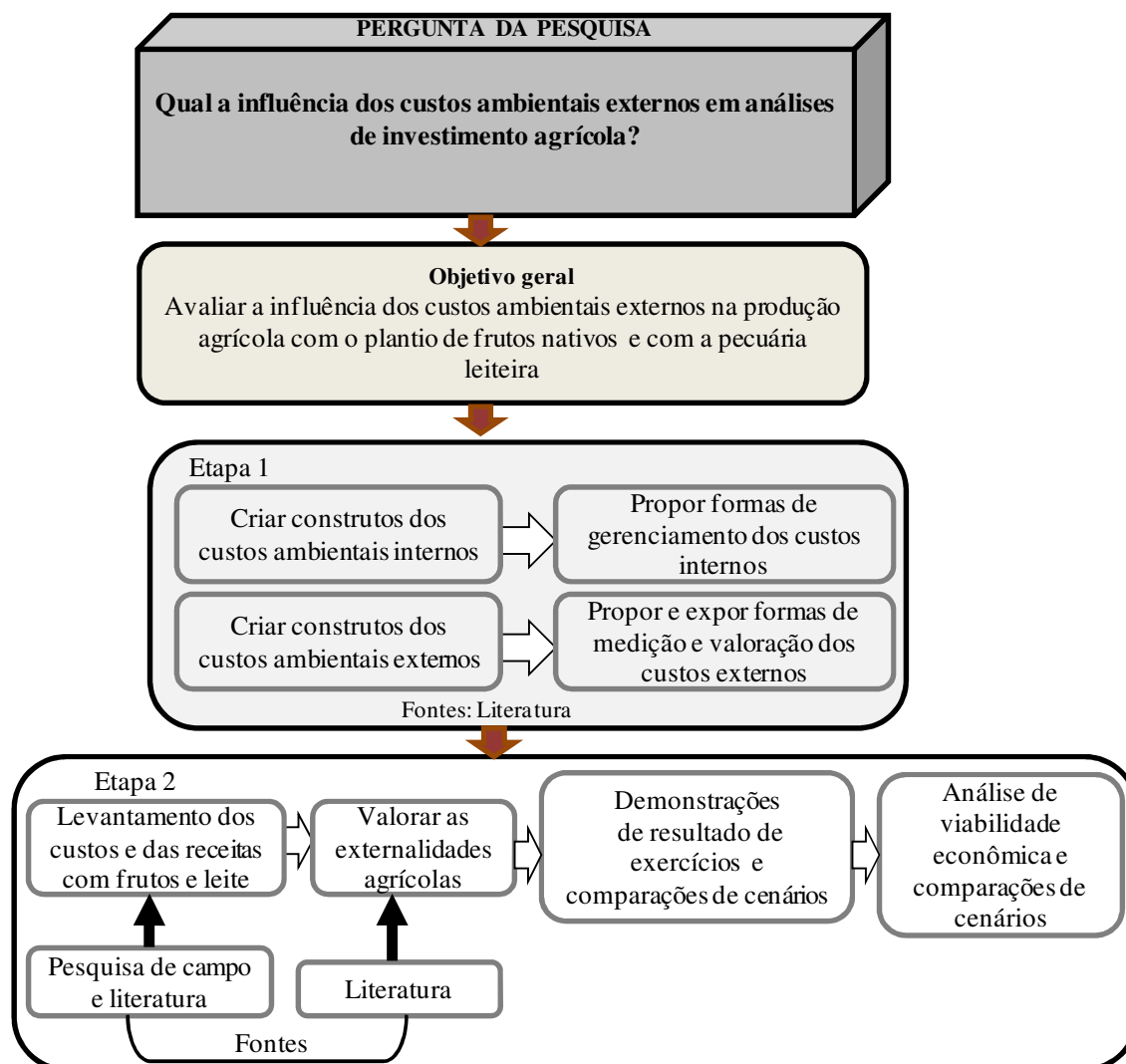


Figura 17 – Design da pesquisa

### 3.1.1 Classificação da pesquisa

A Figura 18 apresenta a classificação da pesquisa desta tese, que é de natureza aplicada porque tem como finalidade mostrar a influência dos custos ambientais externos em uma análise de investimento agrícola e gerar conhecimentos sobre a produção de frutos nativos do Cerrado pelo sistema de plantio. Segundo Barros e Lehfeld (2000, p. 78), a pesquisa aplicada tem como objetivo “contribuir para fins práticos, visando à solução mais ou menos imediata do problema encontrado na realidade”.

Natureza da pesquisa	Abordagem	Estratégia de pesquisa	Tipo de pesquisa	Objeto de estudo
↓	↓	↓	↓	↓
Aplicada	Quantitativa	Estudo de caso	Exploratória e descritiva	Produção de frutos e leite

Figura 18 – Classificação da pesquisa

É quantitativa porque tem como característica quantificar tanto a coleta quanto o tratamento dos dados, por meio de técnicas simples, como percentual, média, fluxo de caixa e outras (RICHARDSON, 1999).

É um estudo de caso porque os custos externos gerados pela agricultura é um tema presente na literatura, porém ainda não difundido. Segundo Yin (2001), os estudos de caso são utilizados quando o pesquisador possui controle reduzido sobre os acontecimentos e o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real.

É exploratória e descritiva porque envolve o estudo da produção de frutos do Cerrado e os custos ambientais externos da agricultura, tema ainda pouco explorado na literatura. A pesquisa exploratória tem como meta a descoberta de novas áreas de pesquisa ou o delineamento de novas abordagens para objetos pouco conhecidos (PERES; SANTOS, 2005).

O objeto de estudo são a produção de frutos nativos do Cerrado e a pecuária leiteira.

### 3.1.2 Campo de aplicação da pesquisa, coleta de dados e amostra

A pesquisa foi aplicada em duas propriedades rurais localizadas no município de Arenópolis, estado de Goiás, às margens da rodovia GO 060, região norte goiana, microrregião de Aragarças, a 280 km da capital Goiânia-GO. A área territorial do município é de 1.074,59 km<sup>2</sup>, bioma Cerrado, com uma população estimada de 3.495 habitantes. Tem como cultura agrícola predominante a soja, e em 2008 abrigava um rebanho bovino de 83 mil cabeças, sendo 8 mil de vacas leiteiras (IBGE, 2008). O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) médio do município em 2000 era de 0,739 (PNUD, 2000).

Os dados e as informações sobre a produção de frutos foram obtidos por meio de entrevistas, notas fiscais, roteiros estruturados e observação direta em três visitas de campo. As informações sobre a pecuária leiteira foram obtidas por meio de entrevistas, roteiros

estruturados e literatura. Já os dados dos custos ambientais externos foram levantados somente na literatura. Foram entrevistados um agricultor que cultiva frutos nativos do Cerrado e dois pecuaristas leiteiros com produção média entre 200 e 500 litros de leite/dia. As espécies de frutas nativas estudadas foram a mangaba (*Hancornia speciosa Gomez*), com quatro anos de plantio, e o murici (*Byrsonima verbascifolia Rich. ex. Juss*), com três anos de plantio.

### 3.1.3 Ferramentas de análise e taxas utilizadas

As ferramentas de análise de viabilidade econômica utilizadas foram o valor presente líquido (VPL), a taxa interna de retorno (TIR), a análise custo-benefício (ACB) e o *payback*.

O valor presente líquido, mais conhecido como VPL, é uma técnica de análise de orçamento de capital que consiste em traduzir para valores atuais tanto as entradas como as saídas de caixa, descontados a uma taxa de juros específica. Essa taxa, frequentemente, é chamada de *taxa mínima de atratividade, taxa de desconto, custo de oportunidade* ou *custo de capital*. O objetivo de se obter o VPL de um projeto é poder comparar a valores atuais os retornos que o projeto tem potencial para gerar. Quando o valor presente líquido for maior que zero ( $VPL > 0$ ), define-se que o investimento é viável, por ter atingido nível de retorno maior que o mínimo predeterminado pela taxa mínima de atratividade (TMA)<sup>8</sup> (GITMAN, 2002; PENEDO, 2005).

A taxa interna de retorno (TIR) é um mecanismo para se avaliarem propostas de investimentos de capital. Representa a taxa de desconto que iguala, em um único momento, os fluxos de entrada aos fluxos de saída de caixa (KASSAI et al., 2000). É a taxa de desconto que faz com que o VPL de uma oportunidade de investimento iguale-se a zero. Se a TIR for maior que a TMA, o projeto deverá ser aceito; caso contrário, o projeto deverá ser rejeitado (GITMAN, 2002).

A análise custo-benefício (ACB) mede, na data zero, o retorno de cada unidade monetária investida no empreendimento. Será considerado atraente o projeto de investimento que apresentar maior índice de lucratividade ( $ACB > 1$ ), ou seja, quando o valor presente dos fluxos líquidos das entradas for maior que o valor presente líquido dos fluxos das saídas (PENEDO, 2005).

---

<sup>8</sup> Rentabilidade mínima aceitável pelo investidor para determinada operação de investimento (PENEDO, 2005).

O *payback* consiste na identificação do tempo necessário para a recuperação do capital investido. É o período em que os valores dos investimentos (fluxos negativos) se anulam com os respectivos valores de caixa (fluxos positivos) (KASSAI et al., 2000). Gitman (2002) reporta que, embora seja uma técnica muito usada, é considerada não sofisticada, uma vez que não considera, explicitamente, o valor do dinheiro no tempo, através do desconto do fluxo de caixa, para se obter o valor presente. O autor destaca que, em decisões do tipo “aceitar ou rejeitar”, se o período de *payback* for menor que o período de *payback* máximo, aceita-se o projeto; caso contrário, rejeita-se o projeto.

#### 3.1.4 Índices utilizados

A taxa mínima de atratividade (TMA) foi de 9% com base na Selic de 2009, que fechou em 9,05% (BANCO CENTRAL, 2010), escolhida por ter influência sobre os juros de toda economia nacional (GUIA DE INVESTIMENTO, 2010). Esse índice está muito próximo dos utilizados em análises de investimento florestal, que oscilam entre 6% e 12% a.a. (JÚNIOR; REZENDE; OLIVEIRA, 1997). Também foram feitas simulações com TMAs de 4%, 7%, 10%, 13% e 20%. As taxas de depreciação dos bens móveis e imóveis seguiram as instruções normativas da Receita Federal, e o valor residual foi arbitrado em 10%. O levantamento foi feito com base no cultivo de cinco hectares de terra, porém a análise final se deu com base em um hectare de cada atividade.

O tempo da análise foi de dez anos, porém isso não significa que o ciclo produtivo irá se extinguir no décimo ano, tendo em vista que, segundo os agricultores da região estudada, as plantas nativas do Cerrado são centenárias e sua produção é sazonal. Em virtude disso, entende-se que com dez anos é possível se obter um cenário aproximado da atividade e também, segundo Aguiar Filho, Bosco e Araújo (2010), que toda árvore frutífera perene atinge seu estágio adulto e estabilização da produção.

Devido à sazonalidade e ao grau de incerteza e riscos associados às atividades produtivas, principalmente nos sistemas agrícolas, nos quais tais eventos não podem ser previstos com exatidão, a análise de sensibilidade pode oferecer uma ideia geral sobre a capacidade de os projetos suportarem variações em função dos riscos e das incertezas a que estão submetidas a produção e a comercialização rural. Assim, para essa avaliação foram criados cinco cenários utilizando as seguintes variações:

- avaliação I: custos e receitas normais;
- avaliação II: custos e receitas normais mais os créditos de carbono e o metano;
- avaliação III: aumento de 10% nos custos e nas receitas normais;
- avaliação IV: aumento de 20% nas receitas e nos custos normais; e
- avaliação V: redução de 50% nas receitas normais nos anos 4<sup>o</sup>, 6<sup>o</sup>, 8<sup>o</sup> e 10<sup>o</sup> e nos custos normais.

Essa análise é feita para verificar até que ponto o investimento suporta um aumento dos custos ou uma redução das receitas.

### 3.2 GERENCIAMENTO DOS CUSTOS AMBIENTAIS INTERNOS E EXTERNOS

O Capítulo 3 destaca a importância da avaliação dos custos completos, cujo princípio básico é explicitar melhor os custos ambientais internos e definir e avaliar as externalidades associadas às atividades envolvidas. Nesse sentido, apresentam-se na Figura 19 os principais custos que fazem parte das organizações produtivas e que muitas vezes não são evidenciados nos sistemas gerenciais internos nem tampouco nas avaliações de investimentos. Destaca-se que nas categorias internas existe uma série de outros custos que não são de caráter ambiental, no entanto aqui será dada ênfase aos de cunho ambiental.

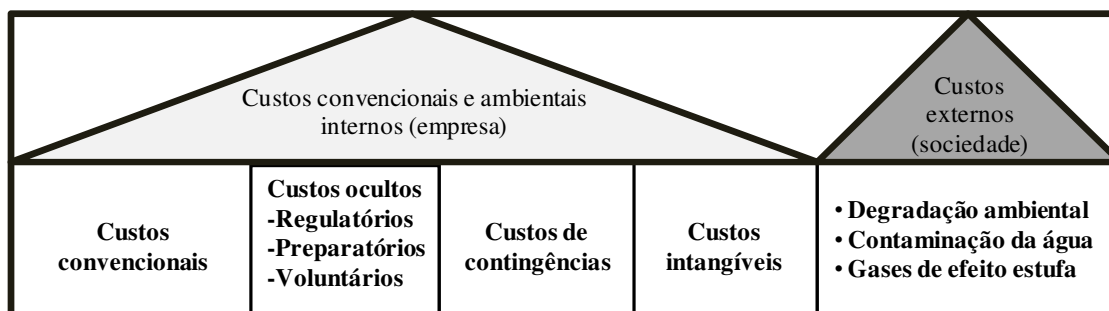


Figura 19 – Principais categorias de custos internos e externos

Fonte: Adaptado de: EPA (1995); ICF INCORPORATED (1996); CICA (1997); GALE e STOKOE (2001).

### 3.2.1 Custos convencionais

Nesta categoria encontram-se os fundos de capital, as matérias-primas, os serviços públicos, os suprimentos, entre outros que geralmente estão incluídos na contabilidade de custos e nos orçamentos das empresas, porém usualmente não são considerados custos ambientais (EPA, 1995).

#### 3.2.1.1 Construto dos custos convencionais

Os principais custos agrícolas envolvem terra, edificações, matrizes, sementes, mudas, insumos, mão de obra, equipamentos, ferramentas, combustíveis, lubrificantes, depreciações, entre outros (EPA, 1995; PERES et al., 2009; WERNER, 2007).

#### 3.2.1.2 Medição/valoração dos custos convencionais

Os custos convencionais geralmente são monitorados pelos sistemas gerenciais internos já existentes e seus valores são obtidos com base em documentos fiscais e de controles internos.

### 3.2.2 Custos ocultos

Divididos em regulatórios, preparatórios e voluntários são aqueles custos que, de alguma forma, já estão incorporados aos sistemas gerenciais, porém de forma implícita, pois figuram nas contas como despesas gerais (*overhead*) (EPA, 1995; GALE; STOKOE, 2001), dificultando a identificação e o percentual de influência de cada um deles no desempenho econômico da empresa.

### 3.2.2.1 Construto da subcategoria de custos ocultos regulatórios

Os custos ocultos regulatórios são aqueles que implicam o cumprimento de leis e normas ambientais tanto das esferas federais quanto das estaduais e locais. Também são chamados de custos de conformidades (EPA, 1995) (Quadro 13).

Cat.	Construto	Fontes
<b>Regulatórios</b>	- Equipamento de proteção (máscaras, luvas, botas, proteção de ruídos etc.).	Barbosa e Machado (2010); EPA (1995); Gale e Stokoe (2001).
	- Gestão dos resíduos (destinação final de embalagens de remédios e agrotóxicos, dejetos de animais e animais mortos); e - treinamentos (treinamentos e instruções para o correto manuseio de embalagens tóxicas).	EPA (1995); Gale e Stokoe (2001); Paiva (2001); Sobreira e Adissi (2003); Souza e Favaro (2007).
	- Rotulagens ambientais (selos de produtos ambientalmente corretos); e - certificações ambientais (custo de implantação de sistemas de gestão ambiental).	Campanhol, Andrade e Alves (2003); EPA (1995); Gale e Stokoe (2001).

Quadro 13 – Construto dos custos ocultos regulatórios: internos

### 3.2.2.2 Medição/valoração dos custos ocultos regulatórios

Os custos ocultos regulatórios, em vez de serem lançados como “despesas gerais”, podem ser registrados em contas específicas de natureza ambiental nos sistemas gerenciais internos, possibilitando um melhor gerenciamento e monitoramento. Carvalho (2007) e Ferreira (2007) sugerem, por exemplo, que os gastos com aquisição de equipamentos de proteção, prevenção e todos os outros relacionados com as políticas internas de preservação ambiental sejam registrados como despesas ambientais.

Essas contas podem ser acrescentadas ao plano de contas em um grupo de custos/despesas ambientais, figurando como

- equipamentos de proteção;
- gestão de resíduos;



- treinamentos;
- rotulagens; e
- certificações.

### 3.2.2.3 Construto da subcategoria de custos ocultos preparatórios

Na categoria “custos preparatórios” estão incluídas as pré-aquisições efetuadas nos processos, nos produtos, nos sistemas ou nas instalações, como, por exemplo, pesquisa e desenvolvimento (EPA,1995) (Quadro 14).

Cat.	Construto	Fontes
<b>Preparatórios</b>	- Taxas e licenças (autorização para desmatamento ou atividade agrícola, queimada controlada).	Calheiros et al. (2004); Lei Federal nº 6.938/81; Nijkamp, Vindigni e Nunes (2008).
	- Pesquisa e desenvolvimento (pesquisas de culturas com menor demanda de agrotóxicos e menos poluidoras – cultura orgânica); e - preparação de campo (criação de curvas de níveis para evitar a erosão).	Araujo et al. (1999); Darolt e Skora Neto (2002); EPA (1995).

Quadro 14 – Construto dos custos ocultos preparatórios: internos

### 3.2.2.4 Medição/valoração dos custos ocultos preparatórios

Nesta categoria podem ser criadas contas no plano de contas da empresa do tipo custos/despesas ambientais de

- auditorias ambientais;
- taxas e licenças ambientais; e
- pesquisa e desenvolvimento.

Já os custos com pesquisa e desenvolvimento sugerem que sejam lançados em contas diferidas, uma vez que são gastos relativos às despesas na formação do resultado de exercícios futuros (RIBEIRO, 2006).

### 3.2.2.5 Construto da subcategoria de custos ocultos voluntários

Os custos ocultos voluntários são aqueles incorridos por uma empresa, porém não exigidos por leis ambientais (EPA, 1995) (Quadro 15).

Cat.	Construto	Fontes
Voluntários	- Proteção de habitats e espécies em extinção (construção de corredores ecológicos). - Apoio financeiro a grupos de pesquisas ambientais (pesquisa de espécies em extinção e/ou exóticas).	CI-Brasil (2008); EPA (1995); Nijkamp, Vindigni e Nunes (2008).
	- Relações com a comunidade (dia de campo para apresentar atividades sustentáveis).	EPA (1995); Pesquisa de campo (2010).
	- Recuperação de áreas degradadas (plantio de árvores, limpezas de rios e encostas, soltura de peixes para reprodução).	Cohen, Brown e Shepherd (2006); Rodrigues (2005); Wadt (2003).

Quadro 15 – Construto dos custos ocultos voluntários: internos

### 3.2.2.6 Medição/valoração dos custos ocultos voluntários

Os custos voluntários podem ser lançados em contas de

- custos de proteção de habitats;
- relação com a comunidade; e
- recuperação de áreas degradadas.

### 3.2.3 Custos de contingências

São eventos que podem afetar a empresa em algum momento no futuro, por não ter observado as exigências legais presentes ou pela não prevenção em algum momento passado (RIBEIRO, 2006).

### 3.2.3.1 Construto dos custos de contingências

As principais contingências são os derramamentos de petróleo, os envenenamentos dos rios pelo uso de agrotóxicos e produtos químicos, as multas e penalidades em função de problemas ambientais provocados (EPA, 1995) (Quadro 16).

Cat.	Construto	Fontes
Contingências	- Custos de conformidades (multas por emissões de resíduos, uso de agrotóxicos e contaminações de rios e solo).	Ambiente Brasil (2004); EPA (1995); Gale e Stokoe (2001).
	- Danos a recursos naturais (multas por queimadas ou desmatamentos ilegais).	Ambiente Brasil (2010); EPA (1995); Gale e Stokoe (2001).
	- Remediação de solo contaminado.	EPA (1995); Sanches (2009).

Quadro 16 – Construto dos custos de contingências: internos

### 3.2.3.2 Medição/valoração dos custos de contingências

A exemplo dos custos ocultos, sugere-se também que sejam criadas contas específicas para cada tipo de contingência e registrados os valores despendidos. Nessa conta também podem figurar os custos de remediações feitas para evitar multas por inconformidades e, com base nesses registros, monitorar aumento ou reduções de penalidades sofridas por leis ambientais.

Contudo, para o bom gerenciamento dos custos internos diretos é necessário que as notas ou os comprovantes de pagamentos estejam bem especificados e lançados corretamente em contas específicas. Nesse sentido, um bom treinamento envolvendo o departamento de sistema de gestão ambiental e a contabilidade pode contribuir significativamente com o bom gerenciamento dos custos ambientais internos da organização.

Sugere-se ainda que, com base nessas categorias de custos, sejam criados indicadores para se saber, por exemplo, o índice de redução de acidentes ambientais e ou se esses custos/investimentos influenciaram os resultados econômicos (aumento das vendas ou redução de custos) e ambientais (diminuição de problemas ambientais, como indenizações a terceiros etc.).

### 3.2.4 Custos intangíveis

São aqueles custos que podem exercer influência indireta no desempenho econômico da empresa, provocados pela baixa na relação com os *stakeholders*, as seguradoras, os órgãos públicos, entre outros (EPA, 1995).

#### 3.2.4.1 Construto dos custos intangíveis

Os principais custos intangíveis estão relacionados com a imagem da corporação (Quadro 17).

Cat.	Construto	Fontes
Intangíveis	- Imagens da corporação (baixa no valor das ações em função de problemas ambientais).	EPA (1995); Gale e Stokoe (2001).
	- Insatisfação dos clientes (desaprovação dos clientes pelo não uso de tecnologias limpas).	EPA (1995); Gale e Stokoe (2001).
	- Implantação de tecnologias redutoras de odores (bom relacionamento com a vizinhança em função da redução de odores).	EPA (1995); Gale e Stokoe (2001); Tyndall (2009).

Quadro 17 – Construto dos custos intangíveis: internos

#### 3.2.4.2 *Medição/valoração dos custos intangíveis*

Diferentemente dos custos ocultos e de contingências, que geram desembolso direto de recursos, os custos intangíveis nem sempre são passíveis de registros, uma vez que influenciam indiretamente o resultado, muitas vezes provocados pelos ocultos e de contingências.

Por exemplo, a redução do valor das ações de uma empresa pode ser influenciada por uma contingência ambiental sofrida, e nesse caso há um duplo custo, um na forma de desembolso direto pelo pagamento do dano ambiental e outro na forma de perda no preço da ação em função da baixa na reputação da empresa.

Os custos intangíveis podem ser monitorados e valorados utilizando-se indicadores ambientais, como

- monitorar se houve redução das receitas em função de problemas ambientais;
- monitorar se certas contingências ambientais provocaram aumentos nos seguros;
- monitorar se houve perdas de licitações públicas em razão de inadequações ambientais;
- monitorar se houve aumento da produtividade dos funcionários e redução de doenças com implantação de tecnologias redutoras de emissões; e
- monitorar se houve aumento das receitas em função de campanhas ambientais realizadas.

Sugere-se, portanto, que esse monitoramento seja feito em longo prazo, tendo em vista que os problemas ambientais nem sempre refletem imediatamente nos resultados.

#### 3.2.5 Custos externos

São custos dos danos ambientais externos à empresa. Podem ser monetarizados e avaliados por meio de métodos econômicos que determinam o valor máximo que pessoas estariam dispostas a pagar para evitar o dano ou no montante mínimo de compensação que aceitariam incorrer (GALE; STOKOE, 2001; MAIA, 2002). Os principais custos externos são os provocados pela degradação ambiental, pela contaminação da água – impactando em

custos à saúde humana – e pelas emissões dos gases de efeito estufa, que geram destruição da camada de ozônio, perda de biodiversidade e mudanças climáticas (EPA, 1995; GALE; STOKOE, 2001; IPCC, 2007; MASSELINK, 2007; PRETTY et al., 2000; TILMAN, 1999).

### *3.2.5.1 Custos externos da degradação ambiental*

A degradação ambiental atinge principalmente a flora, a fauna, o solo e os recursos hídricos (BARGE; SWANSON, 2004; EFTEC, 2004; MONTANARELLA, 2006; TEGTMEIER; DUFFY, 2004), pode ser vista como um dos resultados da pressão excessiva do uso das terras e envolve componentes espaciais e temporais, resultando na redução da produtividade de biomassa e biodiversidade (KAZMIERCZAK; SEABRA, 2007).

### *3.2.5.2 Construto dos custos externos da degradação ambiental*

Os principais custos externos gerados pela degradação ambiental são provocados pela perda de animais e plantas, pela perda de nutrientes e carbono do solo, pelo assoreamento dos rios, pela destruição das bacias hidrográficas, pela perda de ciclagem de nutrientes, entre outros (COSTANZA et al., 1997; FEARNSIDE, 1997; GROOT; WILSON; BOUMANS, 2002; SERÔA DA MOTTA, 2002) (Quadro 18).

Cat.	Construto	Fonte
<b>Externalidades</b>	- Perda de biodiversidade (espécies nativas de plantas).	Montanarella (2006); Pretty et al. (2000); Tilman (1999).
	- Perda de alimentos extrativistas (frutos, animais).	Avidos e Ferreira (2000); Ribeiro e Rodrigues (2006).
	- Perda de carbono das plantas e do solo.	Fearnside (1997); O'Neill (2007); Pretty et al. (2000).
	- Problemas de saúde gerados pela poeira e por partículas no ar. - Poluição difusa.	Montanarella (2006).

Cat.	Construto	Fonte
<b>Externalidades</b>	- Perda de extrativismo madeireiro e não madeireiro e ecoturismo.	Serôa da Motta (2002).
	- Perda de proteção de bacias hidrográficas.	Fearnside (1997).
	- Perda de polinizadores, predadores, recursos genéticos e fármacos, ciclagem da água.	Costanza et al. (1997); Groot, Wilson e Boumans (2002); Pretty et al. (2000); Tegtmeier e Duffy (2004).
	- Aumento no índice de CO <sub>2</sub> .	Ferreira, Resck e Gomes (2005).
	- Aumento nos custos de tratamento de água. - Danos aos hábitats aquáticos (redução de pescados). - Aumento no risco de inundações (perdas materiais e humanas).	Montanarella (2006); O'Neill (2007); Tegtmeier e Duffy (2004).
	- Perda de hábitats e espécies de plantas animais selvagens que contribuem para a diversidade genética e biológica.	Barg e Swanson (2004); Groot Wilson e Boumans (2002); Pretty et al. (2000); Tegtmeier e Duffy (2004).

Quadro 18 – Construto das externalidades geradas pela degradação ambiental

### 3.2.5.3 Medição/valoração dos custos externos da degradação ambiental

Os custos externos da degradação ambiental podem ser levantados utilizando-se diversos métodos de valoração ambiental, por exemplo, a perda da biodiversidade, como a fauna e a flora. Por não possuírem preço definido pelo mercado (MAIA, 2002), esses bens e serviços podem ser valorados com base no método de valoração contingente (MVC), utilizando a disposição a pagar (DAP) ou a disposição a receber (DAR) das pessoas pela manutenção de determinada área. Conforme visto no Capítulo 2, o MVC é o método mais utilizado para valorar bens e serviços ambientais sem preço definido.

Outra forma de calcular a perda da biodiversidade, por exemplo, de uma região que possui cultura extrativista, seja com frutos, seja com outros produtos, é levantando o valor obtido pelas comunidades com as coletas e atribuindo um valor para a perda daqueles bens e serviços ambientais usufruídos pelas comunidades. O custo da perda das plantas também

poderia ser levantado com base na perda de carbono gerado por elas, utilizando-se como referência o preço da tonelada de carbono equivalente comercializado, isto é, calcula-se, com base em uma amostra, o potencial de carbono produzido pelas plantas da região e atribui-se o valor do serviço.

O custo da degradação ambiental pela perda de nutrientes do solo pode ser medido com base no valor dos insumos necessários para a recomposição do solo, utilizando-se o método de custos de reposição.

O custo do assoreamento dos rios pode ser medido utilizando-se o método custo de viagem (MCV). Esse método é empregado para descobrir o valor de um serviço recreativo fornecido por um recurso natural (MAIA, 2002), em que seria perguntado aos pescadores turísticos quais os custos de viagem dos indivíduos para deslocamento até os rios com o objetivo de realizar pescarias turísticas. O valor despendido nas viagens é o custo de degradação pelo assoreamento, uma vez que esses turistas deixariam de frequentar aquela região.

Outra maneira de calcular o custo do assoreamento dos rios é medindo o índice de redução de pescados com base em questionários aplicados às comunidades do entorno ou também por meio do aumento no custo em razão da redução desses pescados.

Peixoto e Willmersdorf (2002) desenvolveram um modelo de valoração econômica dos impactos ambientais em unidades de conservação provocadas por empreendimentos de comunicação, rede elétrica e dutos. As autoras sugerem que o valor da perda das funções ambientais do bioma Mata Atlântica seja calculado com base nos valores apresentados no Quadro 19.

Serviço	Valor US\$.m <sup>2</sup> .ano <sup>-1</sup>	Referência
1. Regulação do clima	0,0223	Costanza et al. (1997)
2. Regulação de perturbação	0,0005	Costanza et al. (1997)
3. Regulação das águas	0,0006	Costanza et al. (1997)
4. Suprimento de água	0,1610	Oliveira et al. (1995)
5. Controle de erosão	0,0245	Costanza et al. (1997)
6. Formação de solo	0,0010	Costanza et al. (1997)
7. Reciclagem de nutrientes	0,0922	Costanza et al. (1997)
8. Tratamento de rejeitos	0,0087	Costanza et al. (1997)
9. Controle biológico	0,0021	Santos et al. (2000)
10. Recreação	0,0112	Costanza et al. (1997)
11. Cultural	0,0002	Costanza et al. (1997)



Serviço	Valor US\$.m <sub>2</sub> .ano <sup>-1</sup>	Referência
12. Valor de opção	0,0002	Santos et al. (2000)
13. Valor de existência	0,0003	Santos et al. (2000)
Total	0,3248	

Quadro 19 – Valor dos serviços ambientais para o bioma Mata Atlântica  
Fonte: Adaptado de: PEIXOTO e WILLMERSDORF (2002).

Para os valores da perda dos serviços ambientais do bioma Cerrado, Peixoto e Willmersdorf (2002) sugerem os custos apresentados no Quadro 20.

Serviço	Valor US\$.m <sub>2</sub> .ano <sup>-1</sup>	Referência
1. Regulação da atmosfera	0,0007	Costanza et al. (1997)
2. Regulação das águas	0,0003	Costanza et al. (1997)
3. Controle de erosão	0,0029	Costanza et al. (1997)
4. Formação de solo	0,0001	Costanza et al. (1997)
5. Reciclagem de nutrientes	0,0130	Medeiros et al. (2007)
6. Tratamento de rejeitos	0,0087	Costanza et al. (1997)
7. Polinização	0,0025	Costanza et al. (1997)
8. Controle biológico	0,0023	Costanza et al. (1997)
9. Recreação	0,0002	Costanza et al. (1997)
Total	0,0307	

Quadro 20 – Valor dos serviços ambientais para o bioma Cerrado  
Fonte: Adaptado de: PEIXOTO e WILLMERSDORF (2002).

Nesta pesquisa, dos custos externos da degradação ambiental foi considerada apenas a perda dos serviços ambientais de valor de uso indireto (VUI), valor de opção (VO) e valor de existência (VE), sugeridos por Peixoto e Willmersdorf (2002) no Quadro 20 para o bioma Cerrado. Esses custos foram calculados de acordo com a equação apresentada no Quadro 21.

VDA = VUI + VE + VO		
Onde:		
VDA = Valor da degradação		
VUI = (RA + CE + FS + RN + TR + PL)	VE = (CB)	VO = (RC)
RA = Regulação da atmosfera	CB = Controle biológico	RC = Recreação
RAa = Regulação das águas		
CE = Controle de erosão		
FS = Formação de solo		
RN = Ciclagem de nutrientes		
TR = Tratamento de rejeitos		

Quadro 21 – Fórmula para o cálculo da degradação dos serviços ambientais

### 3.2.6 Custos externos da contaminação da água

O processo de assoreamento e contaminação reduz a disposição de recursos hídricos para outros agentes econômicos que compartilham do mesmo recurso ambiental (RODRIGUES, 2005). A Rede de Agricultura Sustentável (2004) destaca que o uso de agrotóxicos é a segunda causa de contaminação da água, perdendo apenas para o despejo de esgoto doméstico.

#### 3.2.6.1 Construto dos custos externos da contaminação da água

A contaminação da água gera custos ambientais externos, por meio de tratamentos de saúde pública, provocados por verminoses e doenças de pele, além de outros problemas de saúde que afetam as populações. Provoca ainda a mortandade de habitats aquáticos – aumentando os custos dos alimentos provenientes desses habitats –, a redução do turismo pesqueiro, além de prejudicar a balneabilidade, afetando a economia da região (Quadro 22).

Cat.	Construto	Fonte
Externalidades	- Aumento no custo da água tratada devido à necessidade de maior quantidade de produtos químicos para eliminar a eutroficação e remover pesticidas e nitrato. - Aumento de zoonoses ( <i>cryptosporidium</i> ) em fontes de água potável. - Aumento de verminoses e doenças do gênero.	EFTEC (2004); Pretty et al. (2000); Tegtmeier e Duffy (2004).
	- Custo de tratamento da água para eliminar patogenias microbianas. - Custo de infraestrutura para tratamento de nitrato. - Custo de infraestrutura para tratamento de pesticidas.	Tegtmeier e Duffy (2004).
	- Aumento nos custos dos pescados em decorrência de mortes por agrotóxicos. - Custos de monitoramento e orientação sobre pesticidas e nutrientes.	Corson (2002); Pretty et al. (2000); Tegtmeier e Duffy (2004).
	- Doenças bacterianas e virais em alimentos.	Pretty et al. (2000).
	- Custos de limpeza dos cursos d'água.	Corson (2002).

Quadro 22 – Construto das externalidades geradas pela contaminação da água

### 3.2.6.2 Medição/valoração dos custos externos da contaminação da água

Os custos externos da contaminação da água geralmente são levantados com base nas informações dos sistemas de tratamento de água e esgoto (EFTEC, 2004; PRETTY et al., 2000; RODRIGUES, 2005).

Nesse sentido, este custo pode ser calculado com base no método custos de reposição, que consiste em estimar os gastos necessários para reposição ou reparação de um bem ambiental após ter sido danificado (MAIA, 2002). Nesse caso, poder-se-ia, por exemplo, levantar o custo de tratamento de cada litro de água em um município da mesma região ou estado sem tradição agrícola mecanizada e comparar com o custo de um litro de água de um município com predominância agrícola mecanizada.

No caso desta pesquisa, os custos externos da contaminação da água foram calculados com base apenas nos custos de erosão causada indiretamente ao sistema de captação de água para o abastecimento urbano, levantados por Rodrigues (2005), no município de Mineiros (GO), gerados pelo cultivo de soja e milho no modo de plantio direto. O método e a forma de cálculo usada pelo autor estão apresentados no Capítulo 2, item 2.6.3 da fundamentação

teórica. O detalhamento do cálculo está explicitado no Capítulo 4, item 4.3.3.2, de custos externos da contaminação de água com o cultivo de frutos.

### 3.2.7 Custos externos dos gases de efeito estufa

O aumento dos gases de efeito estufa geram custos ambientais externos devido às alterações climáticas, tais como secas, enchentes e tempestades, derretimento de geleiras, acidificação e desequilíbrio do ecossistema (IPCC, 2007).

#### 3.2.7.1 Construto dos custos externos dos gases de efeito estufa

As secas prejudicam as culturas agrícolas e provocam queimadas que dizimam milhares de espécies da fauna e da flora. As enchentes e as tempestades também provocam destruição das espécies, geram prejuízos nas propriedades e elevam os preços dos seguros nas regiões mais propensas a tais catástrofes. O derretimento das geleiras eleva os níveis do mar, fazendo com que moradores próximos às áreas tenham que se deslocar para outras regiões (FARIS, 2009) (Quadro 23).

Cat.	Construto	Fonte
<b>Externalidades</b>	<p><b>Mudanças climáticas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alterações terrestres: tundra, florestas boreais e regiões montanhosas devido à sua sensibilidade ao aquecimento.</li> <li>- Alterações ecossistêmicas do tipo mediterrâneo em função da redução das chuvas e dos bosques pluviais.</li> <li>- Alterações costeiras: manguezais e marinhos gerados pelos múltiplos fatores de <i>stress</i>.</li> <li>- Alterações marinhas: arrecifes de corais gerados pelos múltiplos fatores de <i>stress</i>; biomas dos gelos marinhos devido à sensibilidade ao aquecimento.</li> <li>- Alterações nos recursos hídricos de certas regiões secas de altitudes médias e nos trópicos secos, provocadas pelas alterações das precipitações da chuva e da evaporação em áreas dependentes da neve.</li> <li>- Alterações na agricultura de latitudes médias devido a uma menor</li> </ul>	IPCC (2007).

Cat.	Construto	Fonte
	disponibilidade de água. - Alterações dos sistemas costeiros baixos devido ao perigo de aumento do nível do mar e de maior risco de fenômenos meteorológicos extremos.	
	Mudanças nos padrões de distribuição das doenças infectocontagiosas, mortes por episódios extremos de temperatura e por exposição.	Saldiva e Braga (2007).
	- Intensidade de eventos climáticos extremos (furacões, tempestades tropicais, inundações, ondas de calor, seca ou deslizamentos de terra).	Rittl (2009).
	<b>Redução da camada de ozônio</b> - Aumento na radiação ultravioleta, provocando redução de resposta do sistema imunológico. - Problemas de saúde humana e animais com baixa capacidade adaptativa. - Morbidade e mortalidade provocadas pelo calor e por secas.	IPCC (2007).
	- Acidificação do solo e da água e eutroficação. - Aumento excessivo de nutrientes na água, especialmente fosfato e nitrato, o que provoca crescimento exagerado de certos organismos (algas). - Alterações da qualidade do solo.	EFTEC (2004).

Quadro 23 – Construto das externalidades geradas pelas emissões dos gases de efeito estufa (GEEs)

### 3.2.7.2 Medição/valoração dos custos externos dos gases de efeito estufa

A maneira mais utilizada para calcular os custos externos das emissões dos gases de efeito estufa é por meio da criação de preço-sombra (DAVIDSON; BOON; VAN SWIGCHEM, 2005; MASSELINK, 2007; LV; GU; GUO, 2010), por ser um método de ponderação econômica com base em custos de controle de danos (VOET et al., 2005).

O preço-sombra é calculado com base em alguma lei, produto ou serviço com preço definido no mercado. Davidson, Boon e Van Swigchem (2005), por exemplo, calcularam os custos das emissões tomando como referência o valor da multa que seria cobrada caso não houvesse redução de 6% nas emissões na Holanda, conforme meta estipulada pela União Europeia. Lv, Gu, Guo (2010) usaram como referência o preço da tonelada de créditos de carbono equivalente, multiplicando-se pelo potencial de aquecimento global (GWP) de cada gás de efeito estufa.

Portanto, para calcular os custos externos dos gases de efeito estufa, esta pesquisa propõe a seguinte equação:

$$CGEE = Et \times C_{eq} \times GWP \times PC_{kg} \quad (\text{Equação 3.1})$$

Onde:

CGEE = o custo dos gases de efeito estufa

Et= emissão total

$C_{eq}$  = carbono equivalente

GWP = potencial de aquecimento global

$PC_{kg}$  = preço da tonelada de carbono equivalente

Na presente pesquisa os custos externos da degradação ambiental e da contaminação da água foram incluídos de forma igualitária tanto para a atividade frutífera quanto para a pecuária leiteira, por considerar que ambas possuem processos de implantação semelhantes, ou seja, utilizam sistema de aragem somente no início da atividade e posteriormente apenas mantêm com roçadas.

Já quanto aos custos externos gerados pelos gases de efeito estufa, na atividade frutífera foram incluídos somente os custos de emissões de dióxido de carbono ( $CO_2$ ) no solo. Para a pecuária leiteira foram incluídos os custos das emissões de  $CO_2$ , de metano ( $CH_4$ ) e de óxido nitroso ( $N_2O$ ), tendo em vista que a atividade gera emissão de  $CO_2$  em razão do uso do solo (FERREIRA; RESCK; GOMES, 2005),  $CH_4$  pela fermentação entérica e  $N_2O$  pelo uso de fertilizantes e inseticidas (EFTEC, 2004). Destaca-se que a propriedade produtora de frutos não utiliza nenhum tipo de fertilizante ou agrotóxico, por isso não foram considerados os custos de  $N_2O$ .

Assim, com base no *design* da pesquisa, no capítulo seguinte são levantados os custos utilizando algumas ferramentas de coleta e medição aqui apresentadas a fim de atender ao objetivo proposto.

## 4 APLICAÇÃO PRÁTICA

Este capítulo apresenta a caracterização do Cerrado, os principais problemas enfrentados por esse bioma e algumas iniciativas para preservação e recuperação. Mostra também a aplicação prática da pesquisa, que foi realizada em áreas de abrangências de cerrados.

### 4.1 BIOMA CERRADO

Localizado basicamente no Planalto Central do Brasil, o Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro e aglomera uma inestimável riqueza em biodiversidade, recursos hídricos e minerais (REDE CERRADO, 2008). Biodiversidade “significa a variedade de organismos vivos presentes em todos os ecossistemas do planeta” (MENDONÇA-HAGLER, 2001, p.1).

O Cerrado brasileiro possui uma extensão de 2.038.008,4 km<sup>2</sup>, representando 23,9% do território nacional. Encontra-se espalhado em 12 estados brasileiros, ocupando a totalidade do Distrito Federal, de Goiás (97%), do Tocantins (91%), do Maranhão (65%), do Mato Grosso do Sul (61%), de Minas Gerais (57%), do Mato Grosso (39%), do Piauí 37%, de São Paulo (32%), da Bahia (27%), do Paraná (2%), de Rondônia (0,2%), totalizando 1.445 municípios e abrigando uma população de mais de 25 milhões de pessoas (IBGE, 2004). Sua área de abrangência traça uma diagonal (Figura 20) na direção Nordeste-Sudeste, um tanto alargada para Sudeste, estendendo-se desde o Pantanal Mato-Grossense até a faixa litorânea maranhense, interpondo-se entre os biomas Amazônia, Mata Atlântica, Pantanal e Caatinga.



Figura 20 – Biomas brasileiros  
 Fonte: IBGE (2004).

#### 4.1.1 As características do Cerrado brasileiro

A região do Cerrado brasileiro pode ser definida como um domínio de solo/vegetação/clima formado por um mosaico de diferentes tipos de vegetação que refletem a diversidade de climas, solos e topografia existente nessa vasta região. Predomina a vegetação xeromorfa aberta (não sofre deficiência hídrica), denominada e marcada por um herbáceo e caracterizada pela presença de invernos secos e verões chuvosos (SILVA, 2007). A ocorrência de duas estações bem definidas (com seca de abril a setembro) caracteriza a distribuição concentrada das chuvas em toda a região, com influência direta sobre a vegetação. O clima também tem influência na origem dessa vegetação, pois as chuvas ao longo do tempo geológico intemperizaram os solos, deixando-os pobres em nutrientes essenciais (WALTER, 2006).

Entende-se por Cerrado a cobertura vegetal formada por árvores e arbustos entremeados por vegetação rasteira (Figura 21), em que predominam gramíneas com algumas leguminosas (CEBRAC, 1999). Caracteriza-se por suas diferentes paisagens, que vão desde o Cerradão (com árvores altas, densidade maior e composição distinta), passando pelo Cerrado mais comum no Brasil Central (com árvores baixas e esparsas), até o Campo Cerrado, o Campo Sujo e o Campo Limpo (com progressiva redução da densidade arbórea). Ao longo dos rios há fisionomias florestais, conhecidas como florestas de galeria ou matas ciliares (SILVA, 2007; WALTER, 2006).





Figura 21 – Características do Cerrado  
Fonte: MACHADO et al. (2004).

A heterogeneidade ambiental do bioma Cerrado está refletida na sua biota,<sup>9</sup> que por muito tempo foi considerada pobre, mas que recentemente passou a ser reconhecida como uma das mais ricas do mundo. Estima-se que, dentre cada três espécies de plantas nativas da região, uma é utilizada de alguma forma pelo homem. Centenas de espécies de plantas do Cerrado são exploradas há séculos pelos indígenas e pelos colonizadores como alimento, remédio, forragem, plantas usadas em paisagismo, pasto apícola, material de construção e matéria-prima para artesanato, obtenção de fibras, óleo, tanino e outros produtos (IBGE, 2004).

Essa heterogeneidade do Cerrado também abrange muitas comunidades de mamíferos e invertebrados, além de uma importante diversidade de micro-organismos, tais como fungos associados às plantas da região. O solo antigo e profundo, ácido e de baixa fertilidade tem altos níveis de ferro e alumínio, além de ser cortado pelo Aquífero Guarani, maior manancial de água-doce subterrânea transfronteiriço do mundo que ocupa uma área de 1,2 milhão de km<sup>2</sup>, estendendo-se pelo Brasil (840.000 km<sup>2</sup>), pelo Paraguai (58.500 km<sup>2</sup>), pelo Uruguai (58.500 km<sup>2</sup>) e pela Argentina (255.000 km<sup>2</sup>). Sua maior ocorrência se dá em território brasileiro (2/3 da área total), abrangendo os estados de Goiás, de Mato Grosso do Sul, de Minas Gerais, de São Paulo, do Paraná, de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul (WWF-BRASIL, 2008). A Figura 22 apresenta o mapa com o Aquífero Guarani e suas fronteiras.

---

<sup>9</sup> O conjunto dos seres animais e vegetais de uma região.



Figura 22 – Aquífero Guarani e suas fronteiras  
 Fonte: AQUÍFERO GUARANI (2009); WWF-Brasil (2008).

Até a década de 1950 o Brasil Central, onde se estende grande parte do Cerrado, era uma região pouco povoada e esquecida. Poucos se aventuravam a cultivar a terra onde as árvores tortuosas imprimiam à paisagem um aspecto agreste. As fazendas que existiam dedicavam-se basicamente à criação de gado, que pastava nos campos abertos e se refugiava do calor e da seca à sombra de árvores de caule lenhoso e copa frondosa. Muitos visitantes da região, incluindo aqueles que por ela passavam em busca de minérios e de terras úmidas na Amazônia, duvidavam da possibilidade de se produzirem alimentos (CEBRAC, 1999).

A partir da década de 1960, com a mudança da Capital Federal para Brasília e a abertura de uma nova rede rodoviária, o Cerrado virou notícia e muitas áreas foram abertas, derrubando-se aquelas árvores tortas e substituindo-se a paisagem de vegetação arbórea e arbustiva entremeada de vegetação rasteira por uma paisagem de monoculturas, tais como pecuária, arroz, soja e algodão. Tais mudanças se apoiaram, sobretudo, na implantação de novas infraestruturas viárias e energéticas, bem como na descoberta de novas vocações desses solos regionais, permitindo novas atividades agrárias rentáveis, em detrimento de uma biodiversidade até então pouco alterada (CEBRAC, 1999).

Todavia, de acordo com informações do biólogo Jader Soares Marinho Filho da UnB, os 20% que restam de Cerrado, se não receberem proteção imediata, poderão desaparecer em trinta anos, já que os 80% dele foi devastado em menos de cinquenta anos. Segundo Marinho Filho, são mais de 11 mil espécies que o Brasil está trocando pela soja. Embora ele reconheça sua importância para o agronegócio, defende que é necessário encontrar maneiras de conciliar a produção de larga escala com a conservação da natureza (PORTAL DO AGRONEGÓCIO, 2006).

#### 4.1.2 Ameaças ao bioma Cerrado

Apesar da extensão e de sua importância para a conservação da biodiversidade, o Cerrado possui apenas 2% de sua extensão original protegida por parques e reservas federais e estaduais, sendo a maioria dessas com expansão inferior a 100 mil hectares, o que coloca em evidência o grau de fragmentação do ecossistema (BEZERRA; VEIGA, 2000; CI - BRASIL, 2008). Atualmente, o bioma Cerrado abriga o principal polo de expansão de produção agrícola e pecuária do país (IBGE, 2008). Essa expansão gera queimadas (Figura 23), prática ainda comum no preparo da terra para a agropecuária, que, além de destruir a cobertura vegetal, prejudica a manutenção de populações da fauna silvestre, a qualidade da água e o equilíbrio do clima e do solo.



Figura 23 – Queimadas no Cerrado  
Fonte: PORTAL ECODEBATE (2010).

Bustamante et al. (2009) fizeram um estudo para identificar a extensão das queimadas no Brasil no período de 2003 a 2008 e identificaram que, para todos os anos considerados, o Cerrado, seguido da Amazônia, teve a maior extensão de áreas queimadas, tanto em relação à sua área total quanto às áreas convertidas para pastagem. No período da análise, essas áreas de pastagem representaram quase 56,5% dos novos desmatamentos no Cerrado.

Os prejuízos biológicos gerados pelo desmatamento levaram o Cerrado brasileiro, juntamente com a Mata Atlântica (Figura 24), a fazer parte da lista dos 34 *hotspots* (regiões biologicamente mais ricas e ameaçadas do planeta), devido à sua riqueza biótica, ao nível de endemismo e ao grau de ameaça (MYERS et al., 2000). O conceito de *hotspots* surgiu pela

primeira vez em 1988, em um artigo do ecólogo inglês Norman Myers, que tentava resolver um dos maiores dilemas dos conservacionistas, identificar quais as áreas mais importantes para preservar a biodiversidade na Terra (CI-BRASIL, 2008).

Ao observar que a biodiversidade não está igualmente distribuída no planeta, Myers procurou identificar quais as regiões que concentravam altos níveis de biodiversidade e onde as ações de conservação seriam mais urgentes. Nesse estudo Myers identificou dez regiões de florestas tropicais caracterizadas tanto por níveis excepcionais de endemismo de plantas quanto por taxas de destruição de habitats que ele chamou de *hotspots*, os quais foram adotados pela Conservação Internacional (CI) para estabelecer prioridade em seus programas de conservação (CI-BRASIL, 2008).



Figura 24 – *Hotspots* mundiais  
Fonte: BIODIVERSITY HOTSPOTS, 2010.

Em 1996, outro estudo liderado por Russel A. Mittermeir, presidente da CI, baseado na teoria inicial de Myers, identificou 17 *hotspots*. Estudos posteriores identificaram 25 *hotspots* (MYERS et al., 2000), e, atualmente, existem 34 *hotspots*, que em conjunto abrigam não menos de 44% das plantas endêmicas do planeta e 35% dos vertebrados terrestres, distribuídos entre mamíferos, aves, répteis e anfíbios (CI - BRASIL, 2008).

Myers et al. (2000) descrevem que, para ser qualificada como um *hotspot*, uma área deve conter no mínimo 0,5% ou 1,5 mil das 300 mil espécies de plantas endêmicas do planeta e que tenha perdido mais de três quartos de sua vegetação original. A base para essa análise utilizou dois critérios: espécies endêmicas e grau de ameaça. A principal fonte de dados para as plantas e os vertebrados foi procedente de estudos de mais de cem cientistas, com vasta

experiência e preocupados com a questão que abrangeu, aproximadamente, 800 referências na literatura profissional (MYERS et al., 2000).

A Tabela 23 apresenta os 25 *hotspots* identificados por Myers et al. (2000), com o percentual de representação global de plantas e animais endêmicos.

Tabela 23 – *Hotspots*: áreas consideradas de alta biodiversidade e endêmicas, prioritárias de preservação

Plantas endêmicas (% do total global, 300.000)		Vertebrados endêmicos (% do total global, 27.298)	
1. Andes Tropicais	6,7%	1. Andes Tropicais	5,7%
2. Sunda	5,0%	2. Mesoamérica	4,2%
3. Bacia do Mediterrâneo	4,3%	3. Caribe	2,9%
4. Madagascar e Ilhas do Oceano Índico	3,2%	4. Madagascar e Ilhas do Oceano Índico	2,8%
<b>5. Brasil Mata Atlântica</b>	<b>2,7%</b>	5. Sunda	2,6%
6. Caribe	2,3%	<b>6. Brasil Mata Atlântica</b>	<b>2,1%</b>
7. Região da Indo-Birmânia	2,3%	7. Região da Indo-Birmânia	1,9%
8. Província Florística do Cabo	1,9%	8. Filipinas	1,9%
9. Karoo das Plantas Suculentas	1,9%	9. Wallacea (Indonésia)	1,9%
10. Filipinas	1,9%	10. Choco-Darien/Equador Ocidental	1,5%
11. Mesoamérica	1,7%	11. Ghats Ocidentais/Sri Lanka	1,3%
<b>12. Brasil Cerrado</b>	<b>1,5%</b>	12. Florestas do Guiné/África Ocidental	1,0%
13. Sudoeste da Austrália	1,4%	13. Bacia do Mediterrâneo	0,9%
14. Montanhas do Centro-Sul da China	1,2%	14. Ilhas da Polinésia e Micronésia	0,8%
15. Ilhas da Polinésia e Micronésia	1,1%	15. Montanhas do Centro-Sul da China	0,7%
16. Nova Caledônia	0,9%	16. Nova Zelândia	0,5%
17. Choco-Darien/Equador Ocidental	0,8%	<b>17. Brasil Cerrado</b>	<b>0,4%</b>
18. Florestas do Guiné/África Ocidental	0,8%	18. Sudoeste da Austrália	0,4%
19. Província Florística da Califórnia	0,7%	19. Florestas do Arco Leste de Tanzânia/Quênia	0,4%
20. Ghats Ocidentais/Sri Lanka	0,7%	20. Nova Caledônia	0,3%
21. Nova Zelândia	0,6%	21. Província Florística da Califórnia	0,3%
22. Chile Central	0,5%	22. Província Florística do Cabo	0,2%
23. Flor. do Arco Leste de Tanzânia/Quênia	0,5%	23. Karoo das Plantas Suculentas	0,2%
24. Cáucaso	0,5%	24. Chile Central	0,2%
25. Wallacea (Indonésia)	0,5%	25. Cáucaso	0,2%

Fonte: MYERS et al. (2000).

De um total de 300 mil plantas endêmicas do planeta (Tabela 23), a Mata Atlântica ocupa a quinta posição no *ranking* mundial e o Cerrado, a décima segunda posição em percentual. Já em vertebrados, em um total de 27.798 espécies endêmicas do planeta, a Mata Atlântica ocupa a sexta e o Cerrado, a décima sétima posição em percentual.

Na Tabela 24 também é possível visualizar os 34 *hotspots* apresentados pela CI-Brasil (2008) existentes no planeta, com sua extensão original, hábitat remanescente e percentual restante.

Tabela 24 – Extensão original, hábitat remanescente e porcentagem do hábitat restante para cada *hotspot*

<i>Hotspots</i>	Extensão original (km <sup>2</sup> )	Hábitat remanescente (km <sup>2</sup> )	Porcentagem restante (%)
1. Chifre da África	1.659.363	82.968	5
2. Bacia do Mediterrâneo	2.085.292	98.009	5
3. Região da Indo-Birmânia	2.373.057	118.653	5
4. Nova Caledônia	18.972	5.122	5
5. Sunda	1.501.063	100.571	7
6. Filipinas	297.179	20.803	7
<b>7. Brasil Mata Atlântica</b>	<b>1.233.875</b>	<b>99.944</b>	<b>8</b>
8. Montanhas do Centro-Sul da China	262.446	20.996	8
9. Ilhas do Caribe	229.549	22.955	10
10. Montanhas do Arco Oriental	291.250	29.125	10
11. Madagascar e Ilhas do Oceano Índico	600.641	60.046	10
12. Florestas de Afromontane	1.017.806	106.870	11
13. Florestas do Guiné/África Ocidental	620.314	93.047	15
14. Região Irano-Anatólica	988.773	134.966	15
15. Wallacea (Indonésia)	338.494	50.774	15
16. Mesoamérica	1.130.019	226.004	20
17. Florestas de Pinho-Encino de Sierra Madre	461.265	92.253	20
18. Província Florística do Cabo	78.555	15.711	20
19. Montanhas da Ásia Central	863.362	172.672	20
20. Japão	373.490	74.698	20
21. Ilhas da Polinésia e Micronésia	47.239	10.015	21
<b>22. Brasil Cerrado</b>	<b>2.031.990</b>	<b>432.814</b>	<b>22</b>
23. Nova Zelândia	270.197	50.443	22
24. Ghats Ocidentais/Sri Lanka	189.611	43.611	23
25. Tumbes-Chocó-Madgalena	274.597	65.903	24
26. Andes Tropicais	1.542.644	385.661	25
27. Província Florística da Califórnia	293.804	73.451	25
28. Maputaland–Pondoland–Albany	274.136	67.163	25
29. Himalaia	741.706	185.427	25
30. Cáucaso	532.658	143.818	27
31. Karoo das Plantas Suculentas	102.691	29.780	29
32. Florestas Valdívias	397.142	119.143	30
33. Sudoeste da Austrália	356.717	107.015	30
34. Ilhas da Melanésia Oriental	99.384	29.815	30
<b>Total</b>	<b>23.490.101</b>	<b>3.379.246</b>	

Fonte: CI-BRASIL (2008).

Verifica-se na Tabela 24 que o Cerrado e a Mata Atlântica brasileira apresentam, respectivamente, apenas 22% e 8% do seu estado original. Observa-se também que, nas regiões com maior extensão, o índice de hábitat remanescente é menor, o que caracteriza que os recursos ambientais são vistos e tratados como infinitos.

Outra constatação é que, se a devastação da Amazônia continuar nos níveis atuais, em um curto espaço de tempo esse bioma também entrará na lista dos *hotspots*, uma vez que os dados da Detecção de Desmatamentos em Tempo Real (Deter), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), apontaram em setembro de 2008 uma extensão de 587 km<sup>2</sup> de área desmatada na região amazônica. A Figura 25 mostra esse desmatamento por estado.

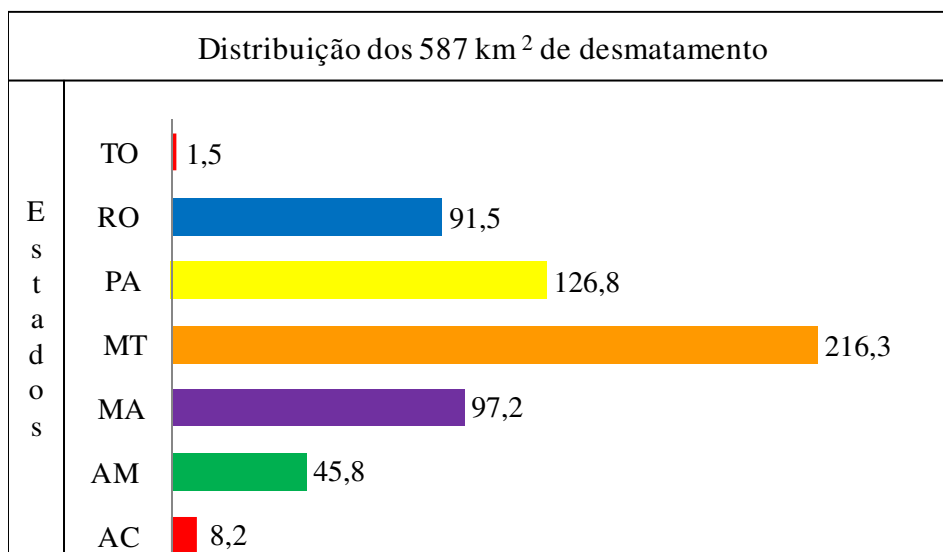


Figura 25 – Desmatamento na região amazônica em setembro de 2008  
Fonte: INPE (2008).

Além desses três biomas, o Brasil possui mais três distribuídos em seu imenso território, a Caatinga, o Pantanal e os Pampas, que também merecem especial atenção por estarem sofrendo alterações que ameaçam a biodiversidade.

#### 4.1.3 Iniciativas para preservar o Cerrado

O *status* de ameaça de muitas espécies e as transformações ocorridas nas paisagens do Cerrado têm provocado o surgimento de iniciativas de conservação por parte do Governo, de organizações não governamentais (ONGs), de pesquisadores e do setor privado. As principais organizações são a Rede Cerrado, a Conservação Internacional (CI-Brasil), a The Nature Conservancy (TNC), o Fundo Mundial para a Vida Selvagem (WWF-Brasil), a Fundação Pró-Natureza (FUNATURA), a Pesquisa e Conservação do Cerrado (Pequi), entre outros.

A Rede Cerrado desde 1996 vem realizando encontros temáticos e/ou regionais como forma de mobilizar a sociedade local para questões ligadas à conservação e ao uso sustentável do Cerrado, alertando para os prejuízos ambientais e sociais oriundos do rápido processo de ocupação agropecuária da região. Essa rede é norteada por uma carta de princípios e defende o cumprimento do Tratado dos Cerrados, documento assinado por várias instituições civis durante o Fórum Global, evento paralelo à Conferência das Nações Unidas sobre Meio

Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992 (REDE CERRADO, 2008).

Essa rede é composta de mais de trezentas entidades, identificadas com a causa socioambiental no Cerrado, que representam trabalhadores rurais, extrativistas, indígenas, quilombolas, raizeiros, quebradeiras de coco, pescadores, ONGs, entre outros que atuam na promoção do desenvolvimento sustentável e na conservação do Cerrado. As entidades destinam-se também a desenvolver ações em prol da defesa e da promoção dos ecossistemas do Cerrado e de suas populações humanas (REDE CERRADO, 2008).

Em 2003, a Rede Cerrado encaminhou um documento conceitual ao Ministério do Meio Ambiente (MMA) com recomendações para a adoção de medidas urgentes de conservação do Cerrado (KLINK; MACHADO, 2005). Em decorrência, em 12 de setembro de 2003 a ministra do Meio Ambiente, Marina Silva, instituiu, por meio da Portaria 361, um Grupo de Trabalho (GT) formado por representantes de vários órgãos do Governo Federal, Estadual e Municipal e da sociedade civil, em particular das organizações não governamentais e de representantes das populações indígenas e quilombolas e dos agricultores. A finalidade do grupo era oferecer subsídios para a elaboração de programas, projetos, ações e políticas direcionadas à conservação e ao uso sustentável do bioma Cerrado. Em 2004 esse grupo propôs um programa de conservação denominado Programa Cerrado Sustentável (PROGRAMA CERRADO SUSTENTÁVEL, 2006).

A CI-Brasil tem como estratégia a implantação de corredores de biodiversidade. Esses corredores são formados por redes de parques, reservas e áreas privadas de uso menos intensivo que objetivam garantir a sobrevivência de maior número de espécies e o equilíbrio dos ecossistemas. Atualmente, existem três desses corredores que cobrem paisagens do Cerrado e do Pantanal, o Emas-Taquari, o Uruçuí-Mirador e o Jalapão, que abrangem os estados de Goiás, do Mato Grosso do Sul, do Mato Grosso e de Tocantins. Além desses projetos, a CI-Brasil também apoia a ONG Instituto Ecológico no projeto Proteção dos Recursos Hídricos na Bacia do Rio do Coco, em Tocantins (CI-BRASIL, 2008).

A TNC auxilia e dá suporte à implementação, ao monitoramento e à avaliação de projetos que possam ajudar a proteger a biodiversidade do Cerrado. Trabalha em parceria com ONGs locais, fazendeiros, empresas de agronegócios e instituições governamentais. Esse projeto busca conciliar a agropecuária com porções de terras destinadas à conservação na área de entorno do Parque Nacional das Emas, na região sudoeste do Cerrado (TNC, 2008).

O WWF-Brasil possui o projeto Águas do Cerrado, situado na Estação Ecológica de Águas Emendadas, no Distrito Federal. Essa unidade de conservação guarda um fenômeno



único no Brasil. De uma mesma vereda, nascentes vertem águas em dois sentidos opostos, de um lado compondo a Bacia Hidrográfica do Paraná e de outro, a Bacia do Tocantins. O WWF-Brasil, em parceria com a Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Distrito Federal, forma professores e alunos e mobiliza a comunidade do entorno da unidade para conservar os recursos hídricos da região. A instituição também atua de maneira colaborativa com o Consórcio Intermunicipal de Usuários de Recursos Hídricos para a gestão ambiental da Bacia Hidrográfica do Alto Tocantins, da Bacia do Rio Miranda e da Bacia do Rio Apa, no Mato Grosso do Sul (WWF-BRASIL, 2006).

A Funatura possui o Projeto de Implementação de Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) em dois parques nacionais do bioma Cerrado: Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (GO) e Parque Nacional Grande Sertão Veredas (FAEMG). Esse projeto tem a participação da iniciativa privada, a partir da criação de reservas particulares do patrimônio natural e do apoio do Global Environment Facility (CCAD-PNUD/GEF) e do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD-BRASIL) (FUNATURA, 2007). O próprio GEF, através do PNUD, tem o Programa de Financiamento de Pequenos Projetos (PPP), que apoia iniciativas referentes a unidades de conservação e desenvolvimento sustentável (PÁDUA, 2005).

Pesquisa e Conservação do Cerrado (Pequi) é uma organização social sem fins lucrativos cuja maior missão é a de promover a conservação do Cerrado; está envolvida com a causa ambientalista em suas diversas áreas: biologia, ecologia, geologia, direito, economia, dentre outras. Seus projetos são financiados por fontes nacionais e internacionais, e seus propósitos vão desde a constituição de parques urbanos com áreas conservadas de Cerrado, até a criação de novas unidades de conservação (PEQUI, 2006).

## 4.2 O SÍTIO FRUTOS DO CERRADO

O aumento da demanda por frutos nativos do Cerrado e a redução gerada pela degradação sofrida fizeram o proprietário do sítio Frutos do Cerrado iniciar, em 2006, o plantio de mudas de frutas nativas do Cerrado. A propriedade possui uma área de cinco hectares, ocupados com o plantio de mais de cem espécies frutíferas, a maioria nativas. As espécies estudadas foram a mangaba (*Hancornia speciosa Gomez*) e o murici (*Byrsonima verbascifolia Rich. ex. Juss*).

Esse plantio conta com o acompanhamento e a parceria da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e da Agência Goiana de Desenvolvimento Rural e Fundiário. Por se tratar de uma atividade recente na região, serve também de fonte de pesquisa para alunos, universidades e demais pesquisadores.

O primeiro contato com o proprietário foi por telefone, após veiculação em um programa de TV, no qual ele falou sobre a cultura de frutos do Cerrado em Goiás. Após esse contato, foram realizadas visitas na propriedade a fim de identificar se essa se enquadrava no estudo e se poderia atender ao objetivo proposto. Uma dessas visitas foi a participação no primeiro dia de campo sobre Frutos do Cerrado, em 18 de dezembro de 2009. Na oportunidade, mais de trezentas pessoas, entre agricultores interessados em saber como cultivar frutos nativos, estudantes e autoridades, estavam presentes. Nesse encontro foram proferidas palestras sobre o plantio e o manejo do murici e da mangaba (Figura 26), bem como sobre a importância da preservação do Cerrado.



Figura 26 – Palestra sobre plantação de mangaba e murici no dia de campo

Nessa mesma data também aconteceu a primeira colheita do murici (Figura 27).



Figura 27 – Colheita do murici no dia de campo

#### 4.2.1 A mangaba

A mangaba é da família *Apocynaceae* e leva nomes populares como mangaba, mangabeira-do-norte e fruta-de-doente. Ocorre em áreas de Caatinga e Cerrado e sua floração acontece de agosto a novembro, com pico em outubro. A frutificação pode ocorrer em qualquer época do ano, principalmente de julho a outubro ou de janeiro a abril. Os frutos são comercializados *inatura* ou em forma de doces, sorvetes, picolés e polpas. A árvore é hermafrodita, medindo até sete metros de altura (ALMEIDA et al., 1998). A mangaba é considerada pelo IBGE uma planta do extrativismo e teve seu maior pico produtivo em 1996, com 1.364 toneladas. Em 2008 foram produzidas no Brasil 711 toneladas de mangaba, 76% da produção nacional ficou concentrada nos estados de Sergipe e Bahia (IBGE, 2008).

#### 4.2.2 O murici

O murici é da família *Malpighiaceae* e se destaca por suas diversas propriedades, tanto medicinais quanto comestíveis. A casca é medicinal e também é utilizada em tingimento de tecidos. O tronco fornece boa lenha e é próprio para a construção civil e a marcenaria de luxo. A planta é diurética, porém tóxica se em doses elevadas. O fruto é de sabor agridoce e comestível ao natural, usado também para a fabricação de doces, licores, sucos e sorvetes. Por

ser um produto adstringente, a planta também é empregada na indústria de curtume (ALMEIDA et al., 1998). Chamado também de douradinha-falsa, mirici, murici, muricizinho, orelha-de-burro, orelha-de-veado, semaneira, é uma planta típica de Cerrado. Ocorre em regiões de Cerrado e Campo Sujo e mede até cinco metros de altura. Sua floração acontece de setembro a novembro e a frutificação, de novembro a fevereiro. A produção de frutos é alta e irregular (ALMEIDA et al., 1998).

Embora o murici não faça parte das estatísticas de produção de extração vegetal e silvicultura do IBGE, no ano de 2009 apenas em uma sorveteria de Goiânia foram processadas e comercializadas em forma de sorvetes, sucos e picolés mais de oito toneladas do fruto, de acordo com a pesquisa de campo.

#### 4.3 LEVANTAMENTO DOS CUSTOS DA PRODUÇÃO DE FRUTOS

Os valores de produção, custo da terra, instalações, mudas etc. foram obtidos diretamente com o proprietário do sítio Frutos do Cerrado, e os valores das ferramentas e máquinas foram calculados com base nas notas fiscais de aquisições. O levantamento dos custos e das receitas foi realizado com base no uso de cinco hectares de terra, tanto para as atividades frutíferas quanto para a pecuária leiteira, porém a análise dos fluxos de caixa tomou como base um hectare de cada cultura. Esse parâmetro foi utilizado a fim de facilitar a avaliação comparativa entre as atividades.

##### 4.3.1 Custos convencionais da mangaba e do murici

Inicialmente foram levantados os bens móveis e imóveis necessários para as duas culturas de frutos que sofrem depreciação. Nela estão discriminados a quantidade, o valor unitário, o valor total, a vida útil, o percentual de depreciação, o valor residual e o valor da depreciação (Tabela 25).

Tabela 25 – Valor dos bens, vida útil, taxa de depreciação, valor residual e valor da depreciação

Descrição	Qtde	V. un.	Valor total (R\$)	Vida útil (anos)	Depreciação (%)	Valor residual (R\$)	Depreciação/ano (R\$)
Instalações			3.000	25	4	300	108
Roçadeiras	2	1.500	3.000	10	10		300
Cavadeiras	4	20	80	10	10		8
Foice	2	15	30	10	10		3
Faca	10	20	200	10	10		20
Caixa de ferramentas	1	200	200	10	10		20
Balde	10	4	40	10	10		4
Caixas plásticas	150	15	2.250	10	10		225
Carrinho de mão	2	90	180	10	10		18
Total (5 ha)			8.980			300	706

As taxas de depreciação e a vida útil dos bens seguiram as instruções normativas da Receita Federal, e o valor residual foi de 10% para as instalações e zero para os demais materiais (sucatas), já que esses, segundo o proprietário, não são passíveis de comercialização. As instalações referem-se a um galpão que serve para abrigar as máquinas e as ferramentas. As cavadeiras e as facas são utilizadas no plantio das mudas. O carrinho de mão serve tanto para o plantio quanto para a colheita dos frutos. As foices, as roçadeiras e a caixa de ferramentas servem para a manutenção das plantas; os baldes e as caixas plásticas são utilizados na colheita.

A Tabela 26 apresenta todos os custos que envolvem a produção de frutos. A mão de obra permanente são o salário e os encargos de uma pessoa encarregada pela conservação das plantas, tais como roçar, podar, manusear, colher. A energia elétrica é utilizada na bomba que envia água do reservatório para a irrigação das mudas. A depreciação se refere ao desgaste pelo uso do bem que deverá ser repostado futuramente. O custo da terra se refere à taxa de retorno que o capital investido na atividade teria caso fosse aplicado numa fonte alternativa de investimento. Segundo Werner (2007), na prática utiliza-se, como base, a TMA da aplicação tradicional no mercado financeiro, que nos casos agrícolas é de 6% a.a. O preço do hectare comercializado na região é de R\$ 5.000 (de acordo com a pesquisa de campo), gerando, portanto, um custo da terra na ordem de R\$ 300,00/ano ( $5.000 \times 6\% = R\$ 300,00 \times 5 = 1.500$ ).

Tabela 26 – Custos de implantação e manutenção da produção de mangaba e murici (R\$)

Custos	Mangaba		Murici	
	Implantação	Manutenção	Implantação	Manutenção
Mão de obra permanente		12.341		12.341
Energia elétrica		115		115
Depreciação		706		706
Custo da terra		1.500		1.500
Outros custos de manutenção		150		150
Combustíveis e lubrificantes		1.100		1.100
Mão de obra temporária	200	250	200	250
Instal. máquinas e ferramentas	8.980		8.980	
Poço artesiano	1.200		1.200	
Preparação do solo	1.200		1.200	
Mudas	2.780		4.000	
Reposição de mudas	417		400	
Total (5 ha) R\$	14.777	16.162	15.980	16.162

A lista completa com as fontes de informações utilizadas na Tabela 26 encontra-se no Apêndice A.

No item “outros custos de manutenção” estão incluídos os custos de reposição de peças para a manutenção das ferramentas, dentre outros. No grupo de combustíveis e lubrificantes encontram-se os custos referentes ao combustível e ao lubrificante necessários para as máquinas roçadeiras. A mão de obra temporária se refere ao plantio de mudas e ajuda na colheita. As instalações são os bens móveis e imóveis necessários para a atividade. O poço artesiano é utilizado para regar as mudas. O item “preparação do solo” se refere ao serviço hora/máquina do trator para o plantio. As mudas das plantas se referem às mudas plantadas, e a reposição significa o replantio de mudas que não se desenvolveram.

#### 4.3.2 Custos ocultos, de contingências e intangíveis

Tendo em vista que o objetivo da pesquisa é analisar apenas a influência dos custos externos (externalidades) na produção agrícola, os custos ambientais internos ocultos, de contingências e intangíveis não foram estudados.

### 4.3.3 Custos externos da produção de frutos

Neste item são apresentados os custos externos gerados pela produção frutífera, conforme apresentado no Capítulo 3 da metodologia.

#### 4.3.3.1 Custos externos da degradação ambiental

Os custos externos da degradação ambiental (Quadro 24) foram calculados com base no conceito analítico de valor de uso indireto (VUI), valor de opção (VO) e valor de existência (VE) dos serviços ambientais sugeridos por Peixoto e Willmersdorf (2002) para o bioma Cerrado, apresentado no Quadro 20 do Capítulo 3.

- a)  $VUI + VO + VE = US\$ 0,0307/m_2/ano$
- b) Dólar comercial (30/11/2010) = R\$ 1,72
- c)  $US\$ 0,0307 \times R\$ 1,72 = R\$ 0,0528/m_2/ano$
- d)  $R\$ 0,0528/m_2/ano \times 10.000$  (transformando metro quadrado em hectare) = R\$ 528,04/ha/ano

Quadro 24 – Cálculo dos custos externos da degradação ambiental  
 Fonte: Adaptado de: PEIXOTO e WILLMERSDORF (2002).

Traduzidos para moeda corrente nacional e transformados em hectares (Quadro 24), os custos externos da degradação ambiental totalizaram R\$ 528,04/ha/ano e foram lançados nas demonstrações e nos fluxos de caixa das atividades frutíferas.

#### 4.3.3.2 Custos externos da contaminação da água com o cultivo de frutos

Os valores dos custos externos da contaminação da água foram obtidos do estudo de Rodrigues (2005), apresentado no Capítulo 2, que usou o método de custos de reposição (MCT) para calcular os custos internos e externos do cultivo de soja e milho pelo sistema de

plântio convencional e direto no Cerrado mineiro. Nesse caso, optou-se pela média dos custos externos aos recursos hídricos gerados pelo cultivo de soja e milho no sistema de plântio direto  $((0,62 + 0,32)/2)$  (Tabela 21 sobre plântio direto), já que as atividades estudadas não utilizam sistema frequente de aragem, reduzindo o assoreamento e a contaminação dos recursos hídricos.

A média estimada dos custos externos da contaminação da água foi de R\$ 0,47/ha/ano.

#### 4.3.3.3 Custos externos dos gases de efeito estufa

Os custos externos provocados pelos gases de efeito estufa foram calculados somente para as emissões de CO<sub>2</sub>, conforme comentado no Capítulo 3, item 3.2.6.2.

As quantidades de CO<sub>2</sub> foram calculadas com base nas emissões estimadas por Ferreira, Resck e Gomes (2005) no Cerrado de Planaltina, DF, apresentadas no Capítulo 2 Tabela 22. Tomou-se como referência (7.800 kg/CO<sub>2</sub>/ha) o sistema PDAD (plântio direto a partir do segundo ano em área preparada com arado de discos), calculado pelo método de absorção alcalina (AA), que, segundo os autores, é o método mais utilizado para se medir o fluxo de CO<sub>2</sub> do solo. Entende-se que a partir do segundo ano o sistema de plântio direto é o mais indicado, uma vez que o solo é arado somente no primeiro ano para o plântio das mudas e sementes, enquanto nos demais anos são feitas apenas roçadas, conforme já comentado anteriormente.

Os custos externos aqui calculados utilizaram como preço-sombra o valor médio da tonelada de carbono equivalente (C<sub>eq</sub>), 1/3,67 ou 12/44 (IPCC, 2001), comercializado no mercado internacional em 2009/2010, que foi de € 15,00 (CANTORCO2E, 2010), cotado a R\$ 2,2346, totalizando R\$ 33,50 (Tabela 27).

Tabela 27 – Cálculo do custo externo (hectare) do CO<sub>2</sub>

(Et) (kg/ha/ano) [1]	(C <sub>eq</sub> x GWP) ((1/3,67) x1) [2]	PC <sub>kg</sub> (R\$ 33,5/1.000) [3]	Custo do CO <sub>2</sub> (1 x 2 x 3)
7.800	0,272	R\$ 0,0335	R\$ 71,07

Fonte: Adaptado de: CANTORCO2E (2010); FERREIRA, RESCK e GOMES (2005); IPCC (2001, 2006b).



Os custos externos das emissões de CO<sub>2</sub> totalizaram R\$ 71,07 ha/ano (Tabela 27) e foram incluídos nas demonstrações e nos fluxos de caixa das atividades frutíferas.

#### 4.4 LEVANTAMENTO DOS CUSTOS DA PECUÁRIA LEITEIRA

O levantamento dos dados da pecuária leiteira foi realizado em duas propriedades (Figura 28), por meio de entrevistas e roteiro estruturado.

A propriedade A (da direita para a esquerda) possui área de 24 hectares, com 46 vacas leiteiras, o equivalente a 1,9 vaca por hectare. Tira em média 300 litros/dia (6,52 litros/vaca/dia). O tempo médio de lactação é de 300 dias. A propriedade B (à esquerda da figura) possui 20 hectares de terra, 35 vacas ordenhadas (1,75 vaca/ha). Tira em média 450 litros por dia (12,86 litros de leite/vaca/dia), também com tempo médio de lactação de 300 dias.



Figura 28 – Visitas às propriedades produtoras de leite  
Fonte: Dados da pesquisa.

Nas visitas realizadas, identificou-se que havia um grande interesse tanto por parte dos agricultores quanto por parte do gerente local da Secretaria da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Seagro-GO) em saber os reais ganhos com um sistema pecuário mais tecnificado e otimizado na região, uma vez que a pesquisa realizada em 2009 pela Federação da Agricultura e Pecuária de Goiás (Faeg) indicou que os pequenos agricultores da pecuária leiteira goiana estão operando com prejuízo. Portanto, diante desse interesse, foi necessário criar um novo sistema de produção com um plantel elitizado e com otimização de mais

espaço, já que atualmente a ocupação média em Goiás é de 1,1 cabeça por hectare (FAEG, 2009).

Para a criação desse novo sistema, as propriedades entrevistadas não dispunham de todas as informações referentes aos custos e à infraestrutura necessária, por isso, além das informações coletadas junto aos agricultores, buscaram-se informações em outras fontes. A principal fonte foi o Conselho Paritário de Produtores Rurais e Industriais de Leite do Estado de Santa Catarina (Conseleite-SC), além de sites da área e outros estudos realizados sobre a atividade leiteira. O Conseleite (2010) apresenta quatro sistemas de infraestrutura necessários para a atividade leiteira, de acordo com o tamanho das propriedades. Para o presente estudo, foi adotada a infraestrutura do sistema 1, sugerida pelo Conseleite por se encaixar no tamanho das propriedades estudadas. Também foi feita uma entrevista com o técnico do Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola (Cepa) de Santa Catarina, o Sr. Francisco C. Heiden, a fim de se obterem informações sobre a atividade leiteira.

#### 4.4.1 Custos convencionais da pecuária leiteira

A exemplo do cultivo dos frutos, para a pecuária leiteira também foram levantados os custos (Tabela 28) dos bens móveis e imóveis necessários para a atividade e que sofrem depreciação. Nela estão discriminados a quantidade, o valor unitário, o valor total, a vida útil, o percentual de depreciação, o valor residual e o valor da depreciação. Para o valor residual foi calculado 10% sobre o preço de aquisição, já que esses bens e imóveis são passíveis de serem comercializados.

Tabela 28 – Valor dos bens, vida útil, taxa de depreciação, valor residual e valor da depreciação da pecuária leiteira

Descrição	Un. medida	Qtde	V. unit.	V. total	Vida útil (anos)	Depr. (%)	Valor residual (R\$)	Depr. (R\$)
Estábulo	m <sup>2</sup>	40	213	8.527	20	5	853	384
Galpão	m <sup>2</sup>	50	75	3.733	20	5	373	168
Triturador estacionário	un	1	1.247	1.247	10	10	125	112
Motor elétrico	un	1	464	464	10	10	46	42
Cercas permanentes	m	1.500	8	11.745	20	5	1.175	529
Cerca elétrica	m	600	2	960	10	10	96	86
Cochos	un	2	59	117	20	5	12	5

Descrição	Un. medida	Qtde	V. unit.	V. total	Vida útil (anos)	Depr. (%)	Valor residual (R\$)	Depr. (R\$)
Instalações hidráulicas	m	100	2	245	20	5	25	11
Ordeneira com um conjunto	un	1	3.265	3.265	10	10	326	294
Tarro plástico leite 20-30 litros	un	2	146	291	10	10	29	26
Resfriador 300 litros	un	1	2.436	2.436	10	10	244	219
Pulverizador costal manual 20 litros	un	1	210	210	10	10	21	19
Carroça	un	1	1.000	1.000	20	5	100	45
Latões 30 litros	un	2	117	233	10	10	23	21
Total				34.472				1.961

O investimento inicial (Tabela 28) necessário para a atividade leiteira com ocupação de cinco hectares de terra corresponde a R\$ 34.472 e a depreciação anual, a R\$ 1.961. Destaca-se aqui que um hectare de terra foi utilizado para o plantio de cana para silagem, restando, portanto, quatro hectares para a atividade leiteira.

A Tabela 29 apresenta todos os custos que envolvem a pecuária leiteira. Alguns custos como mão de obra permanente, custo da terra e preparação do solo foram os mesmos da atividade frutífera.

Para o custo do manejo alimentar dos animais, utilizou-se como fonte a pesquisa de Rennó et al. (2008), que usaram o sistema de pastagem de capim-braquiária na época das águas (outubro a março) e silagem de cana-de-açúcar na época da seca (abril a setembro). Os autores classificaram a pesquisa em nível de produção de litros por vaca em baixo, médio-baixo, médio, médio-alto e alto. Para o cálculo, utilizou-se como parâmetro o nível médio do estudo de Rennó et al. (2008).

Tabela 29 – Custos de implantação e manutenção da pecuária leiteira (R\$)

Custos	Implantação	Manutenção
Mão de obra permanente		12.341
Energia elétrica		248
Depreciação*		1.961
Inseminação artificial		1.800
Custo da terra		1.500
Alimentação do rebanho		4.175
Sal comum 0,25 kg/dia x 365 dias		95
Sal mineral 0,01 kg/dia x 365 dias		175
Manutenção ureia (50 kg/ha)		129

Custos	Implantação	Manutenção
Vac. medic. e assist. técnica		689
Consumo de leite (bezerros)		585
Consumo de leite familiar		183
Consumo de ração (novilhas)		
Outras despesas operacionais		1.844
Manutenção da infraestrutura		2.217
Preparação do solo	1.200	
Sementes de pastagem	120	
Plantio de pastagem	180	
Plantio de cana	90	
Plantel (20 novilhas)	64.000	
Ração	4.176	
Infraestrutura	34.472	
TOTAL (5 ha) R\$	104.238	27.941

Nota: \*Valores obtidos da Tabela 28.

A lista completa com as fontes de informações utilizadas na Tabela 29 encontra-se no Apêndice B.

#### 4.4.2 Custos ocultos, de contingências e intangíveis

A exemplo da atividade frutífera, os custos ambientais internos ocultos, de contingências e intangíveis não foram levantados e analisados.

#### 4.4.3 Custos externos da pecuária leiteira

Neste item são apresentados os custos externos gerados pela pecuária leiteira, conforme apresentado no Capítulo 3 da metodologia.

#### 4.4.3.1 Custos da degradação ambiental da pecuária leiteira

Tendo em vista, e conforme comentado no Capítulo 3, que tanto para o cultivo de frutos quanto para a pecuária leiteira houve processo de derrubada e aragem do solo, entende-se que a perda dos serviços ambientais foi equiparada, por isso os custos externos da degradação do solo da pecuária leiteira foram os mesmos do cultivo de frutos, ou seja, R\$ 528,02/ha/ano.

#### 4.4.4 Custos externos da contaminação da água

Os custos externos da contaminação da água tiveram a mesma fonte e valores da atividade frutífera, totalizando R\$ 0,47/ha/ano.

#### 4.4.5 Custos externos dos gases de efeito estufa

Os custos externos do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) foram os mesmos aplicados no cultivo de frutos (R\$ 71,07/ha/ano, de acordo com o Quadro 24).

O cálculo dos custos externos gerados pelo metano (CH<sub>4</sub>) tomou como base a média das emissões identificadas por Primavesi et al. (2004) em bovinos leiteiros em lactação e em vacas secas da raça holandesa. Optou-se por utilizar esses índices tendo em vista que no presente estudo também foram simulados custos e produção com vacas de raça holandesa. No estudo de Primavesi et al. (2004), as vacas em lactação emitiram 147 kg/CH<sub>4</sub>/cabeça/ano e as secas, 110 kg/CH<sub>4</sub>/cabeça/ano. Para o cálculo do custo do CH<sub>4</sub>, foram utilizadas as emissões médias entre as vacas em lactação e secas, totalizando 128,5 kg/CH<sub>4</sub>/cabeça/ano. Nessa média também foram consideradas as emissões dos bezerros, tendo em vista que na pesquisa do IPCC (2006a) as emissões médias das vacas da América Latina são de 63 kg/vaca/ano e, portanto, o cálculo aqui está acima desses valores médios. O índice médio de ocupação foi de quatro vacas por hectare e o potencial de aquecimento global (GWP) foi de 23 em relação ao CO<sub>2</sub> (IPCC, 2001).

Tabela 30 – Cálculo dos custos externos (hectare) do CH<sub>4</sub>

Vacas/ha	Emissões de CH <sub>4</sub> (kg/vaca/ano)	(Et) (kg/ha/ano) [1]	(C <sub>eq</sub> x GWP) (1/3,67) x 23 [2]	PC <sub>kg</sub> (R\$ 33,5/1.000) [3]	Custo do CH <sub>4</sub> (1x2x3)
4	128,5	514	6,267	0,0335	R\$ 107,50

Fonte: Adaptado de: CANTORCO2E (2010); IPCC (2001, 2006b); PRIMAVESI et al. (2004).

O custo externo do CH<sub>4</sub> foi de R\$ 107,50 por hectare/ano, valor que foi incluído nas demonstrações e nos fluxos de caixa.

O cálculo do óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) (Tabela 31) foi baseado no potencial de aquecimento global (GWP) de 296 em relação ao CO<sub>2</sub> (IPCC, 2001). Já as quantidades emitidas foram baseadas na pesquisa de Masselink (2007), que identificou emissão de 9 kg/ha com a pecuária leiteira convencional.

Tabela 31 – Cálculo do custo externo (hectare) do N<sub>2</sub>O

(Et) (kg/ha/ano) [1]	(C <sub>eq</sub> x GWP) ((1/3,67) x 296) [2]	PC <sub>kg</sub> (R\$ 33,5/1.000) [3]	Custo do N <sub>2</sub> O (1 x 2 x 3)
9	80,65	R\$ 0,0335	R\$ 24,32

Fonte: Adaptado de: CANTORCO2E (2010); IPCC (2001, 2006b); MASSELINK (2007).

O valor de R\$ 24,32 foi incluído como custo externo dos gases de efeito estufa na demonstração e nos fluxos de caixa.

#### 4.5 AVALIAÇÃO CONJUNTA DOS CUSTOS INTERNOS E EXTERNOS DAS ATIVIDADES

Este item faz uma análise comparativa dos custos internos e externos da produção de frutos e da pecuária leiteira.

#### 4.5.1 Quadro comparativo dos custos internos e externos das atividades estudadas

Com base nos levantamentos feitos nos itens anteriores, apresenta-se no Quadro 25 um resumo dos custos de implantação, manutenção e ambientais externos das atividades com mangaba, murici e pecuária leiteira (leite).

Custos	Mangaba	Murici	Leite
<b>INTERNOS</b>			
Implantação	2.955,40	3.196	21.578,93
Manutenção	3.182,30	3.182,30	5.588,30
Ocultos	N.A	N.A	N.A
Contingências	N.A	N.A	N.A
Intangíveis	N.A	N.A	N.A
<b>Total internos</b>	<b>6.137,70</b>	<b>6.378,30</b>	<b>27.167,23</b>
<b>EXTERNOS</b>			
Degradação ambiental	528,02	528,02	528,02
Contaminação da água	0,47	0,47	0,47
Gases de efeito estufa	71,07	71,07	202,89
<b>Total externos</b>	<b>599,56</b>	<b>599,56</b>	<b>731,38</b>
<b>Total/ha (R\$)</b>	<b>6.737,26</b>	<b>6.977,86</b>	<b>27.898,61</b>

Quadro 25 – Custos de implantação, manutenção e externos das atividades frutíferas e leiteira

No geral, para se cultivar um hectare com cada atividade de mangaba, murici e pecuária leiteira, os custos internos de implantação e manutenção totalizam, respectivamente, R\$ 6.737,26, R\$ 6.977,86 e R\$ 27.898,61, isto é, para a produção leiteira o custo é de aproximadamente 300% a mais em relação às atividades frutíferas. Já os custos externos gerados pela pecuária leiteira superam em mais de 40% os gerados pelos frutos.

Os custos de implantação tanto das frutas quanto da pecuária leiteira foram superiores ao encontrado por Castro et al. (2005) com a produção de melaleuca, que foi de R\$ 3.016,71/ha. Já os de manutenção da cultura de melaleuca são superiores aos do murici e da mangaba, que oscilaram entre R\$ 4.350,70 e R\$ 10.258,72. Os custos de manutenção da pecuária leiteira encontram-se dentro da margem de custos da produção de melaleuca. Por outro lado, os custos aqui encontrados com as três atividades foram inferiores aos custos de implantação e manutenção do cultivo de banana e café orgânico estudado por Araujo et al. (2009), que foi de R\$ 19.526,21/ha.

Quanto aos externos, os custos da degradação do solo (Quadro 25) superaram os valores encontrados por Tegtmeier e Duffy (2004) nos Estados Unidos, que atingiram entre US\$ 13,29 e US\$ 79,35/ha; já os da contaminação da água e da poluição do ar foram inferiores, uma vez que nos Estados Unidos atingiram, respectivamente, US\$ 1,78 e US\$ 1,68.

Esse cenário mostra que a produção de frutos pode contribuir para o desenvolvimento sustentável da agricultura e para a redução dos custos externos, principalmente para os gases de efeito estufa. Porém, aqui paira um problema social que depende de políticas públicas de incentivo para que os agricultores diversifiquem suas propriedades plantando frutos, tendo em vista que com a produção de leite eles começam a obter receitas já no primeiro ano, enquanto que com os frutos eles terão que esperar de três a quatro anos. Segundo a pesquisa da Faeg (2009), somente 3,6% dos agricultores entrevistados que produzem entre 200 e 500 litros/dia disseram que a atividade é lucrativa e 42% disseram que trabalham no ramo porque obtêm renda mensal.

#### 4.6 DEMONSTRAÇÕES DO RESULTADO DO EXERCÍCIO DA PRODUÇÃO DE FRUTOS

Nas demonstrações do resultado do exercício (DRE) foram incluídos as receitas da produção média de mangaba e murici dos anos 2009/2010 e os créditos de carbono das plantas medidas em fevereiro de 2010.

##### 4.6.1 A produção de mangaba e murici

As plantas frutíferas iniciaram sua produção em 2009, a mangaba com quatro anos de plantio e o murici com três. As mudas não foram enxertadas. A Tabela 32 apresenta a média quilo (kg) por planta dos anos de 2009 e 2010, a produção média dos dois anos, o número de plantas e a produção por hectare, o preço de venda e a receita média/ha.



Tabela 32 – Produção e receita de mangaba e murici anos 2009 e 2010

Frutos	kg por planta (2009)	kg por planta (2010)	Produção média	Plantas (ha)	kg média/ha	R\$ (kg)	Receita (R\$) média (ha)
Mangaba	36,00	30,00	33,00	278,00	9.174	2,20	20.182,80
Murici	23,50	70,00	46,75	400,00	18.700	0,80	14.960
Média			39,88		13.937	1,50	17.571,40

Observa-se na Tabela 32 que a mangaba sofreu pequena redução na produção (16,7%) entre o ano 2009/2010, já o murici se elevou em mais de 197%, confirmando, portanto, a declaração de Almeida et al. (1998) de que a produção do murici é alta e irregular.

Quanto à produção de mangaba, essa superou o estudo de Aguiar Filho, Bosco e Araújo (2010), que, em um plantio com quatro anos de idade, obtiveram média de 700 kg/ha/ano. A produção média de 33 kg por planta da mangaba também foi superior àquela encontrada por Silva, Nascimento e Naves (2006) com plantas de 11 anos de implantação, que produziram em 2003 e 2004, respectivamente, 1,296 e 1,46 kg/planta no sistema sem irrigação. As plantas de mangaba e murici aqui estudadas não utilizam irrigação, somente no início do plantio das mudas.

#### 4.6.2 Os créditos de carbono da mangaba e do murici

Para calcular o carbono, o estudo seguiu os índices sugeridos pelo Guia para Determinação de Carbono em Pequenas Propriedades Rurais, elaborado por Rüginitz, Chacón e Porro (2009), e pelo IPCC (2003), conforme descrito na literatura.

Para se estimar a quantidade de carbono gerada pelas plantas, inicialmente devem ser tomadas algumas decisões, tais como se o método será destrutivo (direto) ou não destrutivo (indireto), quais medidas das plantas serão utilizadas, entre outras. Por se tratar de um estudo em áreas produtivas e de recuperação ambiental, a destruição das plantas seria inviável, tanto do ponto de vista ecológico quanto econômico, portanto o método não destrutivo é plenamente justificável.

Definido o método, o próximo passo foi a escolha de uma equação adequada que melhor se enquadrasse na região de estudo. Nesse caso, acredita-se que a equação alométrica testada por Guarino e Medeiros (2005) e utilizada por eles para determinar a quantidade de

biomassa de Cerrado *sensu stricto* e Campo Sujo na região de Corumbá IV (GO) é a mais indicada, tendo em vista que o presente estudo também é desenvolvido em área de Cerrado goiano.

Portanto, para se obter a quantidade de biomassa das plantas frutíferas e, posteriormente, o carbono gerado por essas plantas, o estudo utilizou a seguinte equação:

$$\text{Ln PF} = -2.845 + 1.138 \text{ Ln DA30}^2 \times \text{Htotal}$$

Onde:

Ln = Logaritmo natural

PF = Peso fresco em kg ou biomassa (Equação 4.1)

DA30 = Diâmetro a 30 cm do solo

HT = Altura total

Exp = Elevada à potência de

Destaca-se que Guarino e Medeiros (2005) calcularam a biomassa com base no peso seco das plantas, uma vez que utilizaram o método destrutivo, ou seja, cortaram algumas plantas e secaram-nas em estufa por um período de 24 horas. Segundo Velasco e Higuchi (2008), esse método é apenas utilizado como verdade de campo para obtenção das variáveis de interesse, já os métodos indiretos geram estimativas; portanto, como foi utilizado o segundo, este pode influenciar o resultado final. Contudo, o método indireto é comum na literatura e foi utilizado por diversos autores, como Martins (2004), Velasco e Higuchi (2008), entre outros, já que MacDicken (1997) e o IPCC (2006b) consideram que 50% da planta é água e 50% é peso seco e que a base para o cálculo do carbono é 0,5 sobre o peso seco da planta.

Definida a equação que melhor se ajustasse à área estudada, o próximo passo foi a coleta de dados das plantas, em que foram medidas a altura total da planta e a circunferência à altura de 30 cm (CA) acima do solo, conforme apresentado na Figura 29.



DA30= Diâmetro a 30 cm do solo  
HT= Altura total em metros

Figura 29 – Medidas aplicadas na fórmula para determinar o carbono da planta

Foram obtidas as medidas da altura e circunferência de 38 mangabeiras (Figura 30) e 30 pés de murici (Figura 31).



Figura 30 – Medidas da altura e da circunferência da mangaba  
Fonte: Dados da pesquisa.



Figura 31 – Medidas da altura e da circunferência do murici  
Fonte: Dados da pesquisa.

Depois de obtidas essas medidas das plantas, o próximo passo foi calcular o DA30 (diâmetro a 30 cm do solo), dividindo-se a circunferência (CA) da planta pelo  $\pi$  (PI) = 3,14 através da fórmula:  $CA / \pi$  (VELASCO; HIGUCHI, 2008). Após essas medidas e cálculos, aplicou-se a Equação 4.1 para se obterem a quantidade de massa fresca das plantas e o carbono.

Os resultados (Tabela 33) mostraram que as dimensões da mangabeira foram superiores às do murici, comportando menor número de plantas (278) por hectare contra 400 do murici. A quantidade de carbono estimada para a mangabeira foi de 3,02 t/ha, sendo superior à do murici (2,69 t/ha), resultando em créditos de carbono correspondentes a R\$ 101,07 por hectare para a mangabeira e a R\$ 90,12 para o murici. As plantas foram medidas apenas uma vez, portanto o carbono não teve análise comparativa.

Tabela 33 – Quantidade estimada de carbono por hectare para a mangabeira (quatro anos de idade) e murici (três anos de idade) cultivados em Arenópolis (GO)

Nome da planta	DAP30	Altura	Peso fresco	Peso seco	Carbono	Carbono	Carbono
	-----média-----		-----kg/planta-----			t/ha	R\$/ha
Mangaba	9,60	3,50	43,41	21,71	10,85	3,02	101,07
Murici	8,38	2,92	26,94	13,47	6,74	2,69	90,12
Média	8,99	3,21	35,18	17,59	8,80	2,85	95,59

A média de massa fresca estimada (Tabela 33) na mangabeira e no murici é inferior aos índices encontrados por Guarino e Medeiros (2005), que, utilizando a mesma equação alométrica, identificaram 23,28 t/ha de peso fresco nas plantas de Cerrado. Essa diferença

pode ser atribuída à idade e à origem das plantas, uma vez que Guarino e Medeiros (2005) estudaram plantas nativas, enquanto no presente estudo foram estudadas árvores plantadas com três e quatro anos de idade.

No entanto, o peso fresco da mangaba e do murici superou três espécies também com três anos de idade (ingá, ipê-amarelo e quaresmeira) das 16 variedades estudadas por Velasco e Higuchi (2008) no Projeto Pomar, em São Paulo. A massa fresca da mangaba e do murici também foi superior à das raízes das plantas de Cerrado estudadas por Paiva e Faria ((PAIVA; FARIA, 2007), que encontraram 8,91 t/ha. Porém, foi inferior à biomassa acima do solo, identificada por Castro (1996) no Cerrado *sensu stricto* em Brasília, que foi de 9,6 t/ha.

Nos Apêndices C e D encontram-se os cálculos completos do carbono da mangaba e do murici.

#### 4.6.3 Demonstração do resultado da produção de mangaba

O investimento inicial (Tabela 34) necessário para a produção de mangaba é de R\$ 2.955,4/ha, já os custos de manutenção do primeiro ao terceiro ano totalizaram R\$ 3.182,3 e nos demais anos foram de R\$ 3.232,3/ha/ano. A diferença maior após o início da produção é influenciada pela mão de obra temporária utilizada na colheita.

Tabela 34 – Demonstração do resultado da produção de mangaba R\$ hectare/ano

	Inicial	1	2	3	4...	10
Receitas com vendas de mangaba/ha					20.182,80	20.182,80
<b>RECEITAS TOTAIS</b>	-	-	-	-	<b>20.182,80</b>	<b>20.182,80</b>
Custos/despesas convencionais	2.955,40	3.182,30	3.182,30	3.182,30	3.232,30	3.232,30
<b>CUSTOS/DESPESAS TOTAIS</b>	<b>2.955,40</b>	<b>3.182,30</b>	<b>3.182,30</b>	<b>3.182,30</b>	<b>3.232,30</b>	<b>3.232,30</b>
<b>Lucro operacional/ha</b>	<b>-2.955,40</b>	<b>-3.182,30</b>	<b>-3.182,30</b>	<b>-3.182,30</b>	<b>16.950,50</b>	<b>16.950,50</b>

Após o início da produção, a mangaba passa a gerar um lucro operacional de R\$ 16.950,50. Esse valor é superior à produção de banana e café orgânico estudada por Araujo et al. (2009), que no quarto ano gerou lucro operacional de R\$ 15.314,78.

Quando analisada a demonstração do resultado da mangaba (Tabela 35) com a inclusão dos créditos de carbono (CERs) e os custos externos (CEs), o custo inicial passou

para R\$ 3.550, R\$ 3.781,90 nos três primeiros anos e R\$ 3.831,90 nos demais anos após o início da produção.

Tabela 35 – Demonstração do resultado da produção de mangaba com a inclusão dos créditos de carbono e dos custos externos R\$ hectare/ano

	Inicial	1	2	3	4	10
Receitas com vendas de mangaba/ha					20.182,80	20.182,80
Receitas de créditos de carbono/ha					101,07	101,07
<b>RECEITAS TOTAIS</b>					<b>20.283,87</b>	<b>20.283,87</b>
Custos/despesas convencionais	2.955,40	3.182,30	3.182,30	3.182,30	3.232,30	3.232,30
Custos externos*	599,60	599,60	599,60	599,60	599,60	599,60
<b>CUSTOS/DESPESAS TOTAIS</b>	<b>3.554,98</b>	<b>3.781,88</b>	<b>3.781,88</b>	<b>3.781,88</b>	<b>3.831,88</b>	<b>3.831,88</b>
<b>Lucro operacional/ha</b>	<b>-3.554,98</b>	<b>-3.781,88</b>	<b>-781,88</b>	<b>-3.781,88</b>	<b>16.451,99</b>	<b>16.451,99</b>

Nota: \*Degradação ambiental (R\$ 528,04), contaminação da água (R\$ 0,47) e emissões de dióxido de carbono (R\$ 71,07).

Os créditos de carbono representaram um incremento de 0,5% nas receitas brutas com a mangaba. Já os custos externos representaram 2,97% em relação às receitas brutas. Por outro lado, o lucro operacional sofreu uma redução de 2,94% quando acrescentados os CERs e os CEs. Foram incluídos os custos externos no início do investimento, tendo em vista que a mudança das terras e florestas gera custos ambientais (MCT, 2009).

Nos Apêndices E e F encontram-se as demonstrações do resultado completas da produção de mangaba sem e com os créditos de carbono e os custos externos.

#### 4.6.4 Demonstração do resultado da produção de murici

O investimento inicial (Tabela 36) necessário para a produção de murici é de R\$ 3.196,0/ha, já os custos de manutenção do primeiro ao terceiro ano totalizaram R\$ 3.182,3 e nos demais anos foram de R\$ 3.232,3/ha/ano. A diferença maior no investimento inicial é influenciada pela quantidade de mudas. Enquanto a mangaba utiliza 278 mudas/ha, para o plantio do murici são necessárias 400 mudas/ha.

Tabela 36 – Demonstração do resultado da produção de murici R\$/hectare/ano

	Inicial	1	2	3	4...	10
Receitas com vendas de murici/ha				14.960	14.960	14.960
<b>RECEITAS TOTAIS</b>	-	-	-	<b>14.960</b>	<b>14.960</b>	<b>14.960</b>
Custos/despesas convencionais	3.196	3.182,30	3.182,30	3.232,30	3.232,30	3.232,30
<b>CUSTOS/DESPESAS TOTAIS</b>	<b>3.196</b>	<b>3.182,30</b>	<b>3.182,30</b>	<b>3.232,30</b>	<b>3.232,30</b>	<b>3.232,30</b>
<b>Lucro operacional/ha</b>	<b>-3.196</b>	<b>-3.182,30</b>	<b>-3.182,30</b>	<b>11.727,70</b>	<b>11.727,70</b>	<b>11.727,70</b>

Após o início da produção, o murici passa a gerar um lucro operacional de R\$ 11.727,7. Este lucro foi inferior ao da banana e do café do estudo de Araujo et al. (2009), porém superior ao da produção de milho e soja estudada por Silva (2005), que avaliou a rentabilidade com o plantio no sistema de precisão e convencional. O lucro operacional do milho e da soja foi, respectivamente, de R\$ 1.035,45 e R\$ 1.163,83/ha no sistema de precisão e de R\$ 710,27/ha e R\$ 1.083,87 no sistema convencional. As atividades frutíferas superaram ainda a rentabilidade/ha do guaraná (R\$ 736 a R\$ 7.002), do pequi (R\$ 4.040), da seringa (R\$ 5.425), da soja (R\$ 135,38) e da pecuária (R\$ 138,91), estudadas por Ecociente (2006) na Bacia do Xingu, em Mato Grosso.

Quando analisada a demonstração do resultado do murici (Tabela 37) com a inclusão dos créditos de carbono (CERs) e dos custos externos (CEs), o custo inicial passou para R\$ 3.795,6 e R\$ 3.781,90 nos três primeiros anos e R\$ 3.831,90 nos demais anos após o início da produção.

Tabela 37 – Demonstração do resultado da produção do murici com a inclusão dos créditos de carbono e dos custos externos R\$/hectare/ano

	Inicial	1	2	3	4...	10
Receitas com vendas de murici/ha				14.960	14.960	14.960
Receitas de créditos de carbono/ha				90,12	90,12	90,12
<b>RECEITAS TOTAIS</b>	-	-	-	<b>15.050,12</b>	<b>15.050,12</b>	<b>15.050,12</b>
Custos/despesas convencionais	3.196	3.182,30	3.182,30	3.232,30	3.232,30	3.232,30
Custos externos*	599,60	599,60	599,60	599,60	599,60	599,60
<b>CUSTOS/DESPESAS TOTAIS</b>	<b>3.795,60</b>	<b>3.781,90</b>	<b>3.781,90</b>	<b>3.831,90</b>	<b>3.831,90</b>	<b>3.831,90</b>
<b>Lucro operacional/ha</b>	<b>-3.795,60</b>	<b>-3.781,90</b>	<b>-3.781,90</b>	<b>11.218,22</b>	<b>11.218,22</b>	<b>11.218,22</b>

Nota: \*Degradação ambiental (R\$ 528,04), contaminação da água (R\$ 0,47) e emissões de dióxido de carbono (R\$ 71,07).

Os créditos de carbono representaram um incremento de 0,6% nas receitas brutas com a mangaba. Já os custos externos representaram 4% em relação às receitas brutas. Por outro

lado, o lucro operacional sofre uma redução de 4,18% quando acrescentados os CERs e os CEs.

Nos Apêndices G e H encontram-se as demonstrações do resultado completas da produção de mangaba sem e com os créditos de carbono e os custos externos.

#### 4.7 DEMONSTRAÇÕES DO RESULTADO DO EXERCÍCIO DA PECUÁRIA LEITEIRA

As demonstrações de resultado da pecuária leiteira foram feitas nos mesmos moldes da atividade leiteira.

##### 4.7.1 Produção e comercialização de leite

Rennó et al. (2008) utilizaram o plantel de raça holandesa e obtiveram produção média de 6.152,72 litros/ano (20,18/litros/vaca/dia) com um período de lactação de 305 dias, o equivalente a 6,32 vacas/ha. Para esse estudo, utilizou-se o mesmo sistema de manejo, capim-braquiária nas águas e silagem de cana-de-açúcar na seca, porém o plantel foi reduzido para quatro vacas por hectare e a produção média anual, para 6.100 litros (20 litros/vaca/dia), com um período de lactação também de 305 dias. O preço médio pago pelo litro de leite na região pesquisada é de R\$ 0,50, totalizando uma receita bruta de R\$ 12.200. Contudo, considerando que a análise foi feita com uma ocupação de cinco hectares de terra e um hectare foi utilizado para silagem, a média da receita ficou em R\$ 9.760/ha/ano.

##### 4.7.2 Demonstração do resultado da pecuária leiteira

O investimento inicial (Tabela 38) necessário para a pecuária leiteira é de R\$ 21.578,9/ha influenciado pelo plantel (R\$ 12.000), uma vez que foram consideradas novilhas





	Inicial	1	2	3	4	5...	10
CUSTOS/DESP. TOTAIS	22.310,34	6.319,70	6.424,10	6.424,06	6.424,06	6.424,06	6.424,06
Lucro operacional/ha	-22.310,34	3.440,30	3.560,20	3.560,24	3.560,24	3.903,24	3.903,24

Nota: \*Degradação ambiental (R\$ 528,04), contaminação da água (R\$ 0,47), dióxido de carbono (R\$ 71,07), metano (R\$ 107,50) e óxido nitroso (R\$ 24,32).

Já o lucro operacional sofreu uma redução de 17,5% com a inclusão dos custos externos na análise, isto é, muito acima da redução sofrida pela mangaba, que foi de 2,94%, e pelo murici, de 4,18%.

Nos Apêndices I e J encontram-se as demonstrações do resultado completas da pecuária leiteira com e sem os custos externos.

#### 4.8 FLUXOS DE CAIXA DAS ATIVIDADES

Os fluxos de caixa foram analisados comparando-se os VPLs com e sem créditos de carbono (CERs) e os custos externos (CEs) com a produção de frutos e com e sem os CEs com a pecuária leiteira.

Destaca-se aqui que foram excluídas, de todas as análises dos fluxos de caixa, as depreciações, tendo em vista não serem consideradas saídas efetivas de caixa.

##### 4.8.1 Análise dos fluxos de caixa com a produção de mangaba

A produção de mangaba, quando analisada somente com os custos e as receitas normais (sem CERs e CEs) (Tabela 40), gerou um VPL no valor de R\$ 55.772. Quando acrescentados os CERs e os CEs (com CERs e CEs), esse sofreu uma redução de 7,27% e atingiu R\$ 51.716, indicando, portanto, viabilidade econômica com a atividade por apresentar VPL positivo e TIR acima da TMA de 9%.

Quanto à análise custo-benefício (ACB), essa indica que, para cada um real investido, retornam R\$ 4,20 sem os CERs e os CEs e R\$ 3,50 com a inclusão dos CERs e dos CEs. Já os custos, traduzidos a valores presentes, se elevam em R\$ 19,63 com a inclusão dos CEs, enquanto as receitas aumentam em 1% influenciadas pelos CERs.

O *payback* indica que no quarto ano o investimento aplicado é recuperado, contudo sem levar em conta a sazonalidade e as intempéries climáticas.

Tabela 40 – Fluxos de caixa da mangaba sem e com os créditos de carbono (CERs) e os custos externos (CEs)

TMA 9%								
Anos	Sem os CERs e os CEs				Com os CERs e os CEs			
	Custos	Receitas	Fluxo de caixa		Custos	Receitas	Fluxo de caixa	
	Atualiz.	Atualiz.	Atualiz.	Acumulad.	Atualiz.	Atualiz.	Atualiz.	Acumulad.
Início	2.955,40		-2.955,40	-2.955,40	<b>3.554,98</b>		<b>- 3.554,98</b>	<b>- 3.554,98</b>
1	2.790		-2.790	-5.745,40	3.340,08		-3.340,08	- 6.895,06
2	2.559,63		-2.559,63	-8.305,04	3.064,29		-3.064,29	- 9.959,34
3	2.348,29		-2.348,29	-10.653,33	2.811,27	-	-2.811,27	- 12.770,62
4	2.189,81	14.298	12.108,19	1.454,86	2.614,57	14.369,70	11.755,12	- 1.015,49
5	2.009	13.117,57	11.108,56	12.563,43	2.398,69	13.183,21	10.784,52	9.769,02
6	1.843,06	12.034,46	10.191,40	22.754,83	2.200,82	12.094,69	9.893,86	19.662,89
7	1.690,88	11.040,79	9.349,91	32.104,74	2.019,10	11.096,04	9.076,94	28.739,83
8	1.551,27	10.129,17	8.577,90	40.682,63	1.852,39	10.179,86	8.327,47	37.067,29
9	1.423,18	9.292,81	7.869,63	48.552,27	1.699,44	9.339,32	7.639,88	44.707,17
10	1.305,67	8.525,52	7.219,85	55.772,11	1.559,12	8.568,18	7.009,06	51.716,23
Total	22.666,21	78.438,32			27.114,75	78.830,99		
			VPL	55.772,11			VPL	51.716,23
			TIR	59,51%			TIR	52,15%
			ACB	4,19			ACB	3,52
			<i>Payback</i>	3,88			<i>Payback</i>	4,09

Nos Apêndices K e L encontram-se os fluxos de caixa completos da mangaba com e sem os CERs e os CEs.

A Figura 32 mostra graficamente as alterações no VPL quando são incluídos ou excluídos os CERs e os CEs na avaliação com a mangaba. Quando incluídos apenas os CERs, a diferença é pouco mais de meio por cento (0,70%) em relação à produção analisada somente com os custos e as receitas normais. Porém, quando retirados os CERs e incluídos apenas os CEs, a redução do VPL atinge 8% em relação aos custos e às receitas normais.

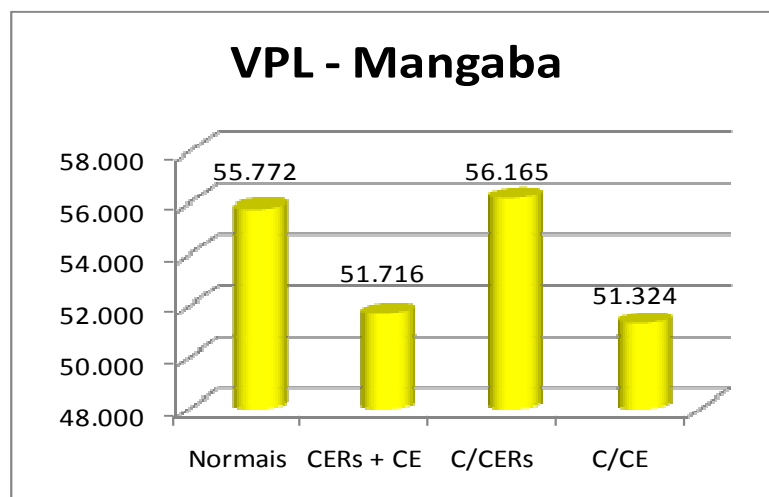


Figura 32 – VPL (ha) da mangaba com os CERs e os CEs

Nota: Normais = Custos e receitas normais; CERs + CE = Custos normais + créditos de carbono + custos externos; C/CERs = Custos normais + créditos de carbono; e C/CE= Custos normais + custos externos.

#### 4.8.2 Análise dos fluxos de caixa com a produção de murici

A produção de murici, quando analisada somente com os custos e as receitas normais (sem CERs e CEs) (Tabela 41), gerou um VPL no valor de R\$ 46.746,40. Quando acrescentados os CERs e os CEs (com CERs e CEs), esse sofreu uma redução de 8,6% e atingiu R\$ 42.717,20, indicando viabilidade econômica com a produção de murici.

Quanto à análise custo-benefício (ACB), essa indica que, para cada um real investido, esse retorna R\$ 3,50 sem os CERs e os CEs e R\$ 3,00 com a inclusão dos CERs e dos CEs. Os custos, traduzidos a valores presentes, elevam em 19,40% com a inclusão dos CEs, indicando, portanto, forte influência. Já o *payback* de três anos é menor em relação à mangaba, que foi de quatro, indicando que no terceiro ano o capital investido é recuperado. Acredita-se que essa diferença em relação à mangaba se deu tendo em vista que o murici começou a produzir no terceiro ano e a mangaba, no quarto e que os custos de investimentos são praticamente os mesmos.

Tabela 41 – Fluxos de caixa do murici sem e com os créditos de carbono (CERs) e os custos externos (CEs)

TMA 9%								
Anos	Sem os CERs e os CEs				Com os CERs e os CEs			
	Custos	Receitas	Fluxo de caixa		Custos	Receitas	Fluxo de caixa	
	Atualiz.	Atualiz.	Atualiz.	Acumulad.	Atualiz.	Atualiz.	Atualiz.	Acumulad.
0	3.196		-3.196	-3.196	3.795,58		-3.795,58	- 3.795,58
1	2.790		-2.790	-5.986	3.340,08		-3.340,08	- 7.135,66
2	2.559,63		-2.559,63	-8.545,64	3.064,29		-3.064,29	- 10.199,94
3	2.386,90	11.551,86	9.164,97	619,33	2.849,88	11.621,36	8.771,48	- 1.428,47
4	2.189,81	10.598,04	8.408,23	9.027,56	2.614,57	10.661,80	8.047,23	6.618,76
5	2.009	9.722,97	7.713,97	16.741,53	2.398,69	9.781,47	7.382,78	14.001,54
6	1.843,06	8.920,16	7.077,10	23.818,62	2.200,82	8.973,82	6.773	20.774,54
7	1.690,88	8.183,63	6.492,75	30.311,37	2.019,10	8.232,87	6.213,76	26.988,30
8	1.551,27	7.507,92	5.956,65	36.268,02	1.852,39	7.553,09	5.700,70	32.689
9	1.423,18	6.888	5.464,82	41.732,84	1.699,44	6.929,44	5.230	37.919
10	1.305,67	6.319,27	5.013,59	46.746,43	1.559,12	6.357,28	4.798,16	42.717,16
Total	22.945,42	69.691,86	46.746,43		27.393,96	70.111,13	42.717,16	
			VPL	46.746,43			VPL	42.717,16
			TIR	68,02%			TIR	58,46%
			ACB	3,52			ACB	2,97
			Payback	2,83			Payback	2,93

Nos Apêndices M e N encontram-se os fluxos de caixa completos do murici com e sem os CERs e os CEs.

A Figura 33 mostra graficamente as alterações no VPL quando são incluídos ou excluídos os CERs e os CEs na avaliação com o murici. Quando incluídos apenas os CERs, a diferença é de 1% em relação à produção analisada somente com os custos e as receitas normais. Porém, quando retirados os CERs e incluídos somente os CEs, a redução do VPL atinge 9,5% em relação aos custos e às receitas normais.

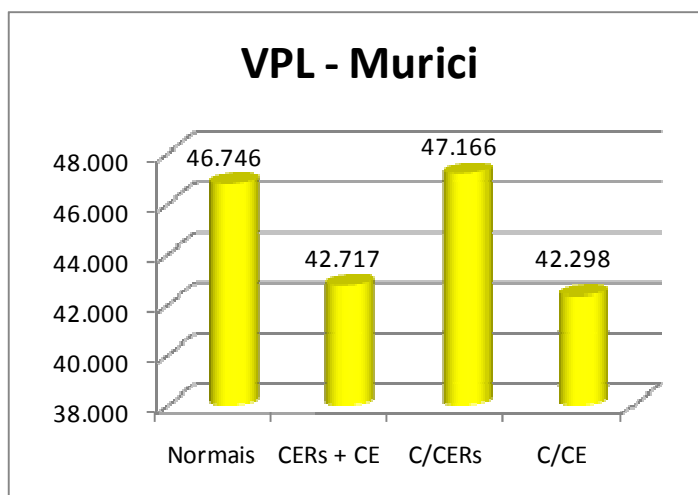


Figura 33 – VPL (ha) do murici

Nota: Normais = Custos e receitas normais; CERs + CE = Custos normais + créditos de carbono + custos externos; C/CERs = Custos normais + créditos de carbono; e C/CE = Custos normais + custos externos.

A Tabela 42 apresenta uma análise comparativa do VPL encontrado por Nishi et al. (2005) com o cultivo de seringueira, eucalipto e pínus e o presente estudo das atividades frutíferas com e sem os créditos de carbono. O VPL da mangaba e do murici também foi transformado em dólares, assim como no estudo de Nishi et al. (2005).

Tabela 42 – Análise comparativa do VPL entre o estudo de Nishi et al. (2005) e o presente estudo

		Nishi et al. (2005) (TMA 10%)			Estudo atual (TMA 9%)	
Critério de comparação	Cenários	Seringueira	Eucalipto	Pínus	Mangaba	Murici
VPL (US\$/ha)	S/CERs	-58,32	17,59	647,02	94.812,59*	79.468,94*
	C/CERs	963,84	971,71	1.770,49	95.480,12*	80.181,80*
Incremento		1.753,67%	5.424,22%	173,60%	0,70%	0,90%

Nota: \*Dólar cotado a R\$ 1,70.

Verifica-se na Tabela 42 que o VPL tanto da mangaba quanto do murici ficou muito acima do VPL da seringueira, do eucalipto e do pínus mesmo sem os CERs, o que parece ser uma alternativa viável e sustentável sob o ponto de vista econômico e ambiental. Já a inclusão dos CERs parece não influenciar no resultado, pois, quando comparado com o estudo de Nishi et al. (2005), essa inclusão representou um incremento de 5.424,2% no cultivo de eucalipto e mais de 70% no consórcio da seringueira e de cacau, estudado por Cotta et al. (2006), enquanto nesse estudo houve um incremento de 0,7% com a mangaba e 0,9% com o murici.

### 4.8.3 Análise dos fluxos de caixa com a pecuária leiteira

Análise semelhante à da mangaba e do murici foi feita com a pecuária leiteira. Essa pecuária, quando analisada somente com os custos e as receitas normais (sem CEs) (Tabela 43), gerou um VPL no valor de R\$ 10.192,3. Quando acrescentados os CEs (com CEs), esse valor sofreu uma redução de 53,24% e atingiu R\$ 4.765,10, indicando, portanto, que os custos externos influenciam significativamente no resultado, porém a pecuária leiteira ainda apresenta viabilidade econômica.

Tabela 43 – Fluxos de caixa da pecuária leiteira sem e com os custos externos (CEs)

TMA 9%								
Sem os CEs					Com os CEs			
Anos	Custos	Receitas	Fluxo de caixa		Custos	Receitas	Fluxo de caixa	
	Atualiz.	Atualiz.	Atualiz.	Acumulad.	Atualiz.	Atualiz.	Atualiz.	Acumulad.
0	20.847,54		-20.847,54	-20.84,54	21.578,94		-21.578,94	- 21.578,94
1	4.767,06	8.954,13	4.187,06	- 16.660,47	5.438,07	8.954,13	3.516,06	- 18.062,88
2	4.461,32	8.403,63	3.942,30	- 12.718,17	5.077,01	8.403,63	3.326,61	- 14.736,27
3	4.092,93	7.709,75	3.616,82	- 9.101,35	4.657,81	7.709,75	3.051,94	-11.684,33
4	3.754,98	7.073,16	3.318,18	- 5.783,17	4.273,22	7.073,16	2.799,94	-8.884,39
5	3.444,64	6.711,84	3.267,21	- 2.515,97	3.920,39	6.711,89	2.791,50	- 6.092,89
6	3.160,22	6.157,65	2.997,44	481,47	3.596,68	6.157,69	2.561,01	- 3.531,88
7	2.899,28	5.649,22	2.749,94	3.231,41	3.299,71	5.649,26	2.349,55	- 1.182,33
8	2.659,89	5.182,77	2.522,88	5.754,29	3.027,26	5.182,81	2.155,55	973,22
9	2.440,27	4.754,84	2.314,57	8.068,86	2.777,30	4.754,87	1.977,57	2.950,79
10	2.238,78	4.362,24	2.123,46	10.192,32	2.547,98	4.362,27	1.814,28	4.765,07
Total	54.766,91	64.959,23			60.194,38	64.959,45	4.765,07	
			VPL	10.192,32				4.765,07
			TIR	18,94%				13,68%
			ACB	1,38				1,24
			Payback	5,74				7,18

A ACB foi inferior àquela encontrada nas análises com mangaba e murici, indicando que, para cada um real investido, esse retorna, respectivamente, R\$ 1,40 e R\$ 1,20 sem e com os custos externos. Já o *payback* foi superior ao das duas atividades frutíferas, indicando que o investidor deverá esperar mais tempo para recuperar o capital investido.

Esses índices indicam, portanto, que existe a necessidade de políticas de incentivo para a diversificação de culturas nas propriedades do entorno pesquisado, visto que o cultivo de frutos gera custos externos menores e maior rentabilidade aos proprietários.

O VPL e a ACB aqui identificados foram superiores aos encontrados no estudo de Vale (2004), que identificou, com TMA de 8%, um VPL de R\$ 6.015,27/ha e uma ACB de 1,28.

Nos Apêndices O e P encontram-se os fluxos de caixa completos da pecuária leiteira com e sem os custos externos (CEs).

A Figura 34 mostra as alterações no VPL quando são incluídos ou excluídos os CEs na avaliação com a pecuária leiteira. Os índices já foram comentados na análise do fluxo de caixa.

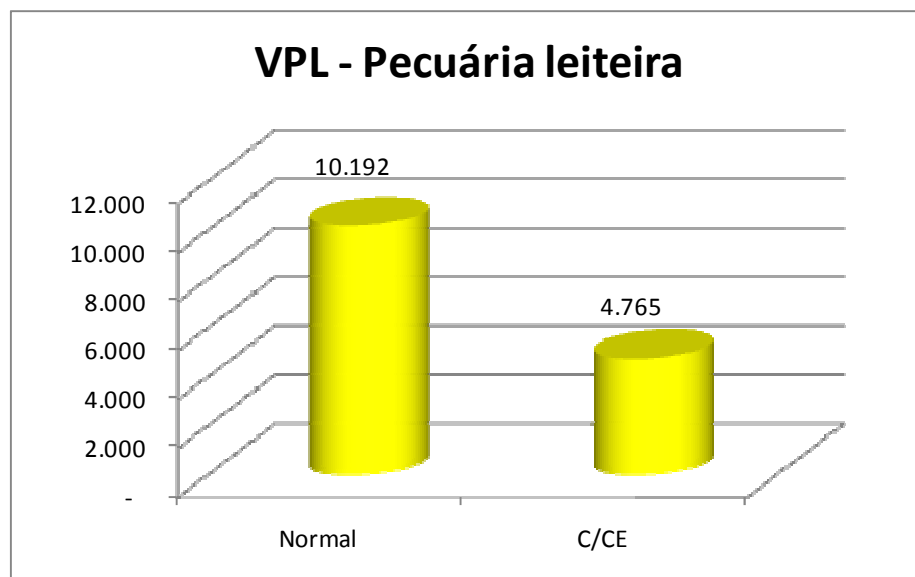


Figura 34 – VPL da pecuária leiteira

Nota: Normais = Custos e receitas normais; e C/CE = Custos e receitas normais + custos externos.

#### 4.9 SIMULAÇÕES DE CENÁRIOS COM AS ATIVIDADES

Foram feitas simulações entre as três atividades (mangaba, murici e pecuária), alterando-se as TMAs e fazendo-se a análise de sensibilidade. Destaca-se que aqui todas as análises foram feitas com base apenas nos custos e nas receitas normais.



#### 4.9.1 Simulações do VPL com alterações das TMAs

As TMAs utilizadas para as simulações foram de 4%, 7%, 10%, 13% e 20% (Tabela 44). Ao alterar a TMA para 20%, somente a mangaba e o murici seriam viáveis economicamente, apresentando VPL, respectivamente, de R\$ 26.292 e R\$ 23.785. Já a pecuária leiteira não apresentou viabilidade econômica, gerando o VPL negativo de R\$ 760,00.

Tabela 44 – Simulação do VPL (ha) com TMAs de 4, 7, 10, 13 e 20%

VPL	TMA 4%	TMA 7%	TMA 10%	TMA 13%	TMA 20%
Mangaba	R\$ 79.804,50	R\$ 64.256,73	R\$ 51.999,23	R\$ 42.252,39	R\$ 26.292,14
Murici	R\$ 64.950,10	R\$ 53.208,92	R\$ 43.856,62	R\$ 36.336,32	R\$ 23.784,98
Pecuária leiteira	R\$ 18.565,06	R\$ 13.185,63	R\$ 8.844,56	R\$ 5.303,39	-R\$ 760,23

Por outro lado, se levados em conta os índices de poupança que giram em torno de 6% a.a., com uma TMA de 7%, 1% a mais do que a poupança, os agricultores teriam o VPL de R\$ 64.256 com a mangaba, R\$ 36.336 com o murici e R\$ 13.185 com a pecuária leiteira, destacando-se que este último, além de gerar VPL inferior aos frutos, gera um custo maior de externalidades.

A análise conjunta da Tabela 45 mostra que todas as atividades são viáveis economicamente por apresentarem VPLs positivos e TIR acima da TMA, que foi de 9%.

Tabela 45 – Avaliação conjunta dos fluxos de caixa do cultivo de frutos e da pecuária leiteira

	Mangaba		Murici		Pecuária	
	Sem CERs e CEs	Com CERs e CEs	Sem CERs e CEs	Com CERs e CEs	Sem CEs	Com CEs
Custos a valor presente	22.666,21	27.114,75	22.945,42	27.393,96	54.766,91	56.569,07
Receitas a valor presente	78.438,32	78.830,99	69.691,86	70.111,13	64.959,23	64.959,45
VPL	<b>55.772,11</b>	<b>51.716,23</b>	<b>46.746,43</b>	<b>42.717,16</b>	<b>10.192,32</b>	<b>4.765,07</b>
TIR	59,51%	52,15%	68,02%	58,46%	18,94%	13,68%
ACB	4,19	3,52	3,52	2,97	1,38	1,24
Payback	3,88	4,09	2,83	2,93	5,74	7,18

A mangaba apresentou VPL superior de 19% em relação ao murici e de 447% em relação à pecuária leiteira, sem a inclusão dos custos externos e dos créditos de carbono. Portanto, esse panorama mostra que é possível se obterem ganhos econômicos com a

diversificação de atividades e, com isso, reduzir problemas ambientais gerados pela monocultura.

O VPL encontrado com as três atividades superou a melaleuca estudada por Castro et al. (2005), que foi de R\$ 3.054,98. A mangaba e o murici também superaram o VPL da atividade de reflorestamento com eucalipto, que foi de R\$ 7.223,94, pecuária leiteira e convencional (R\$ 6.015,54) e eucalipto e pecuária leiteira (R\$ 16.302,54), estudados por Vale (2004), com TMA de 8%. O VPL das três atividades aqui estudadas também superou os VPLs da seringueira (R\$ -58,32), do eucalipto (R\$ 17,59) e do pínus (R\$ 647,02), estudados por Nishi et al. (2005), com TMA de 10%.

#### 4.9.2 Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade (Tabela 46) mostrou que, com um aumento de 10% nos custos e nas receitas normais e com TMA de 9%, todas as atividades se apresentam viáveis. Já quando simulada uma redução de 50% nas receitas para o 4º, 6º, 8º e 10º anos, somente as atividades frutíferas apresentaram viabilidade econômica, enquanto a pecuária leiteira apresentou VPL negativo de R\$ 1.880. Contudo, nessa atividade a probabilidade de ocorrer redução na produção ou no preço do leite é praticamente remota, o que também garante ser economicamente viável.

Tabela 46 – Análise de sensibilidade com as três atividades agrícolas (custos e receitas normais/ha)

TMA 9%	VPLs (R\$)		
	Mangaba	Murici	Pecuária
1. Custos e receitas normais	55.772,11	46.746,43	10.192
2. Custos e receitas normais mais CERs	51.716,23	42.717,16	4.765
3. Aumento de 10% nos custos e nas receitas normais	49.817,18	44.451,61	5.596,80
4. Aumento de 20% nas receitas e nos custos normais	66.764,21	60.789,81	15.948,04
5. Redução de 50% nas vendas no 4º, 6º, 8º e 10º anos e nos custos normais	30.813,13	28.152,08	-1.879,85

As simulações com alterações nos custos e nas receitas (Tabela 46) mostraram que, mesmo ocorrendo sazonalidade, os frutos apresentaram-se rentáveis, destacando-se a mangaba, que se manteve à frente em relação aos demais. Segundo Silva, Nascimento e Naves (2006), a mangaba é uma planta com grande potencial frutífero e apresenta

comportamentos produtivo e reprodutivo que indicam ser uma das espécies frutíferas do Cerrado com maiores chances de serem trabalhadas visando à sua domesticação e incorporação ao sistema produtivo, por ser uma das mais importantes espécies do domínio do Cerrado, destacando-se pelo seu potencial alimentício.

Contudo, pouco ainda se sabe sobre o potencial produtivo pelo sistema de plantio (domesticação) (SILVA; NASCIMENTO; NAVES, 2006), uma vez que grande parte dos estudos trata do desenvolvimento de mudas (ROSA; NAVES; OLIVEIRA JÚNIOR, 2005), adubação, plantio, tratos culturais, doenças (SOARES et al., 2006), germinação *in vitro* (PINHEIRO et al., 2001). Todavia, parece ser uma alternativa viável economicamente e menos agressiva ao meio ambiente, garantindo maior sustentabilidade para as regiões de Cerrado.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Esta pesquisa buscou identificar os principais custos ambientais internos e externos gerados pela agricultura, bem como quantificar as externalidades agrícolas e incluí-las em uma análise de investimento com o cultivo de frutos nativos do Cerrado (mangaba e murici) e com a pecuária leiteira.

Este capítulo apresenta as principais conclusões do estudo, suas limitações, recomendações e sugestões para trabalhos futuros.

### 5.1 CONCLUSÕES DA PESQUISA

O estudo mostrou que o ecossistema gera uma série de serviços ambientais necessários para a sobrevivência das espécies e também que esses serviços não são internalizados nos produtos e processos produtivos, portanto não transacionados no mercado. Essa não internalização gera custos ambientais externos, pagos pela sociedade, por isso são denominados de externalidade. Grande parte dessas externalidades é provocada pela agricultura na forma de degradação ambiental e contaminação da água e pela geração de gases de efeito estufa.

As externalidades geradas pela degradação ambiental da agricultura atingem a flora e a fauna por meio da destruição das espécies como plantas e animais úteis para a sobrevivência, da perda de extrativismo, dos danos aos habitats aquáticos e do uso de agrotóxicos. A degradação ambiental provoca também aumento no custo da água em razão da necessidade de maior quantidade de produtos químicos e tecnologias avançadas para o tratamento e a despoluição.

Já as externalidades motivadas pelas emissões dos gases de efeito estufa geram alterações nos ecossistemas, mudanças climáticas, aumento na radiação ultravioleta, ocasionando a redução de resposta do sistema imunológico bem como a morte de plantas e animais. No Brasil o uso das terras e florestas para a agricultura representa mais de 70% do total das emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), principal gás de efeito estufa.

A pesquisa mostrou que, para se cultivar um hectare com cada atividade de mangaba, murici e pecuária leiteira, os custos internos de implantação e manutenção totalizam,

respectivamente, R\$ 6.137,70, R\$ 6.378,30 e R\$ 27.167,23, isto é, para a produção leiteira o custo é de aproximadamente 300% a mais em relação às atividades frutíferas. Já os custos externos provocados pela pecuária leiteira superam em mais de 21% os custos com frutos, totalizando R\$ 599,56 para o cultivo de mangaba e murici e R\$ 731,38 para a pecuária leiteira.

Na análise dos fluxos de caixa, as externalidades agrícolas da degradação ambiental, da contaminação da água e dos gases de efeitos estufa dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{NH}_4$ ) e óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) provocaram uma redução de 7,27% no valor presente líquido (VPL) do cultivo da mangaba, 8,6% do cultivo do murici e 53,24% da pecuária leiteira.

Também foram estimados os créditos de carbono (CERs) do cultivo da mangaba e do murici, que geraram, respectivamente, 3,02 e 2,69 toneladas de carbono por hectare/ano. O valor dos (CERs) foram incluídos nas análises, os quais produziram um aumento de 0,7% no VPL com o cultivo da mangaba e 1% com o do murici.

Na análise conjunta sem a inclusão dos custos externos e dos créditos de carbono, os fluxos de caixa mostraram que todas as atividades são viáveis economicamente por apresentarem VPLs positivos e TIR acima da taxa mínima de atratividade (TMA), que foi de 9%. A mangaba ultrapassou os demais e apresentou VPL de R\$ 55.772/ha/ano, superando em 19% o murici, que foi de R\$ 46.746/ha/ano, e em 447% a pecuária leiteira, que teve VPL de R\$ 10.192/ha/ano. Portanto, esse panorama mostra que é possível se obterem ganhos econômicos com a diversificação de atividade e, com isso, reduzir problemas ambientais gerados pela monocultura.

Uma análise de sensibilidade também foi feita para se saber até que ponto as atividades suportariam o aumento nos custos ou a redução das receitas. Com redução de 50% nas receitas para o 4º, 6º e 10º anos, somente as atividades frutíferas apresentaram viabilidade econômica, enquanto a pecuária apresentou VPL negativo de R\$ 1.880/ha/ano.

Na prática, não é comum a inclusão das externalidades nas avaliações de investimentos tanto na agricultura quanto na indústria, no entanto um melhor gerenciamento dessas externalidades pode abrir um leque de oportunidades para a redução e/ou a eliminação de custos ambientais internos oriundos das externalidades e conduzir para vantagens competitivas sob o ponto de vista econômico e ambiental.

## 5.2 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

O foco central desta pesquisa foram as externalidades ambientais geradas pela agricultura, e, tendo em vista que essas ainda não figuraram nos sistemas de gerenciamento agrícola, principalmente no Brasil, a falta de dados para os cálculos dos custos externos pode ter implicado informações, conclusões e análises distorcidas, já que não existe um parâmetro nacional para o cálculo dos custos externos nem tampouco leis ou normas para a efetiva validação desses custos.

O cultivo de frutos nativos do Cerrado ainda é uma atividade recente e pouco explorada, o que pode permitir avaliações não conclusivas sobre os reais resultados econômicos e ambientais gerados pela atividade, demandando, portanto, novas pesquisas e análises, bem como um acompanhamento da produção e da comercialização.

Outra limitação está no modelo estatístico adotado para o cálculo do carbono das plantas frutíferas, uma vez que os autores do modelo (GUARINO; MEDEIROS, 2005) calcularam o carbono das plantas com base no peso seco utilizando-se a derrubada e a secagem, enquanto que aqui foi utilizado o mesmo modelo, porém se baseando no peso fresco das plantas. Essa mudança se deu em função de que as plantas aqui estudadas foram replantadas e, portanto, a derrubada seria inviável sob o ponto de vista econômico e ambiental. Entretanto, o sistema para estimativa de carbono aqui utilizado é comum na literatura, em que se toma como base o peso fresco das plantas e desse estima-se que 50% é água e 50% é massa seca. A partir da massa seca aplica-se 0,5 para se estimar o carbono das plantas. Outra limitação está no grande número de modelos estatísticos, com medidas diferentes, testados para estimar o carbono das plantas, além de o modelo utilizado na presente pesquisa poder produzir resultados não conclusivos.

## 5.3 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Por se tratar de um estudo com árvores fruteiras nativas, plantadas para teste experimental, sugere-se que seja feito um acompanhamento da produção, comercialização e geração de carbono a fim de se obterem dados estatísticos e comparações com outras culturas ou atividades agrícolas do Cerrado.

Tendo em vista que a Seagro (GO) tem interesse em melhorar a produção leiteira no estado de Goiás, otimizando mais o espaço e melhorando o plantel, sugere-se que seja feito um sistema-piloto utilizando o estudo ora proposto a fim de verificar se os resultados aqui simulados se concretizam. Sugere-se ainda que em trabalhos futuros sejam incluídos os custos internos ocultos, de contingências e intangíveis não explorados nesta pesquisa e, também, que sejam levantados os custos e as receitas atuais das propriedades e se verifique a existência de ineficiências, no tocante ao uso do solo, para que essas possam ser corrigidas.

Por fim, sugere-se que sejam feitos novos estudos incluindo as externalidades da agricultura a fim de se obterem mais informações para desenvolver políticas públicas de incentivo à redução dessas externalidades, bem como identificar novas formas de produção agrícola menos agressivas ao meio ambiente e economicamente viáveis.

## REFERÊNCIAS

ABDO, M. T. V. N.; VALERI, S. V.; MARTINS, A. L. M. Sistemas agroflorestais e agricultura familiar: uma parceria interessante. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, p. 50-59, dez. 2008.

ABREU, I. de. **Agricultura sustentável**. 2008. Disponível em: <[http://www.unimep.com.br/fd/ppgd/cadernosdedireitov11/06\\_Artigo.html](http://www.unimep.com.br/fd/ppgd/cadernosdedireitov11/06_Artigo.html)>. Acesso em: 8 fev. 2008.

AGUIAR FILHO, S. P. de; BOSCO, J.; ARAÚJO, I. A. de. **A mangabeira (*Hancornia speciosa Gomez*): domesticação e técnicas de cultivo**. 2010. Disponível em: <[www.emep.org.br/public/mangabeira02.pdf](http://www.emep.org.br/public/mangabeira02.pdf)>. Acesso em: 28 jul. 2010.

AKÇAY, Y.; UZUNÖZ, M. An Investment Analysis of Peach and Cherry Growing in Turkey. **Journal of Applied Sciences**, v. 5, n. 9, p. 1665-1668, 2005.

ALMEIDA, J. R. de. **Perícia ambiental, judicial e securitária**. Rio de Janeiro: Thex, 2008.

ALMEIDA, S. P. et al. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998.

AMBIENTE BRASIL. **Fazendeiros recebem multas por uso de agrotóxico ilegal**. 2004. Disponível em: <<http://noticias.ambientebrasil.com.br/clipping/2004/12/26/17443-fazendeiros-recebem-multas-por-uso-de-agrotoxico-ilegal.html>>. Acesso em: 4 jan. 2010.

\_\_\_\_\_. **Ibama aplica novas multas por queimadas ilegais no Pará**. 2010. Disponível em: <<http://noticias.ambientebrasil.com.br/clipping/2010/08/31/59708-ibama-aplica-novas-multas-por-queimadas-ilegais-no-para.html>>. Acesso em: 4 jan. 2010.

APARAKKAKANKANAMAGE, A. **Globalization, Sustainable Development, and Environmental Problems in the Third World: A Case Study of Sri Lanka**. 2005. 214 f. Thesis (Doctorate) – Department of Government and Politics, Faculty of the Graduate School of the University of Maryland, EUA, 2005.

AQUÍFERO GUARANI. **Aquífero Guarani**. Disponível em: <<http://www.daaearaquara.com.br/guarani.htm>>. Acesso em: 11 jun. 2009.



ARAUJO, E. G. M. et al. **Estudo da viabilidade econômica do cultivo orgânico de café e banana na região de Planaltina – DF**. 2009. Disponível em: <[www.upis.br/pesquisas/pdf/agronomia/2010/Eduardo\\_Garisto\\_AC.pdf](http://www.upis.br/pesquisas/pdf/agronomia/2010/Eduardo_Garisto_AC.pdf)>. Acesso em: 20 abr. 2010.

ARAUJO, J. M. de et al. **Saiba como conservar o solo**. 1999. Disponível em: <[www.unitins.br/.../Saiba%20como%20Conservar%20o%20Solo.pdf](http://www.unitins.br/.../Saiba%20como%20Conservar%20o%20Solo.pdf)>. Acesso em: 3 jan. 2010.

ARES, A. et al. Estimación de biomassa por métodos alométricos, nutrientes y carbono en plantaciones de palmito en Costa Rica. **Agronomía Costarricense**, v. 26, n. 2, p. 19-30, 2002.

AVIDOS, M. F. D.; FERREIRA, L. T. Frutos dos cerrados: preservação gera muitos frutos. **Ciência e Desenvolvimento**, n. 15, p. 36-41, jul./ag. 2000.

AYRES, R. U.; KNEESE, A. V. Production, Consumption, and Externalities. **The American Economic Review**, v. 59, n. 3, p. 282-297, 1969.

BANCO CENTRAL. **Taxa Selic**. 2010. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/?SELICTAXA>>. Acesso em: 20 set. 2010.

BANCO MUNDIAL. **Banco mundial aprova US\$ 505 milhões para sustentabilidade ambiental no Brasil**. 2004. Disponível em: <<http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/COUNTRIES/LACEXT/BRAZILEXTN/0,contentMDK:20246106~isCURL:Y~menuPK:322360~pagePK:141137~piPK:141127~theSitePK:322341,00.html>>. Acesso em: 1 dez. 2008.

BARAHONA, E. **Degradación del suelo**. España: Departamento de Edafología y Química Agrícola Universidad de Granada, 2008. Disponível em: <<http://edafologia.ugr.es/contA/tema10/tipos.htm>>. Acesso em: 9 dez. 2008.

BARBEIRO, L. da S. S.; VIEIRA, G.; SANQUETTA, C. R. Equações para estimativa da biomassa individual de *Nectandra grandiflora* ness (canela-amarela). **Floresta**, Curitiba/PR, v. 39, n. 4, p. 833-843, out./dez. 2009.

BARBOSA, L. D. de S.; MACHADO, J. G. de C. F. Análise dos programas de fomento ao uso de equipamentos de proteção individual das indústrias de defensivos agrícolas. In: 48 CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, jul. 2010, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, jul. 2010.

BARG, S.; SWANSON, D. **Full Cost Accounting for Agriculture**. 2004. Disponível em: <<http://www.iisd.org/publications/pub.aspx?id=788>>. Acesso em: 16 ag. 2010.

BARRANTES, G. **Aplicación de incentivos a la conservación de la biodiversidad en Costa Rica**. 2000. Disponível em: <<http://www.inbio.ac.cr/es/biod/estrategia/Paginas/PDF/Pago%20de%20Servicios%20Ambientales/PSA%20Estudio%20Caso%20CR>>. Acesso em: 17 set. 2009.

BARROS, A. J. S.; LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos de metodologia: um guia para a Iniciação Científica**. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

BEBBINGTON, J. et al. **Full Cost Accounting an Agenda for Action**. 2001. Disponível em: <[www.icmap.com.pk/a1\\_fca.pdf](http://www.icmap.com.pk/a1_fca.pdf)>. Acesso em: 4 dez. 2010.

BERGAMINI JUNIOR, S. Classificação de risco ambiental: o modelo construído no BNDES. **Revista do BNDES**, v. 10, n. 20, p. 197-228, dez. 2000.

BERTÉ, R. **Gestão ambiental e responsabilidade social corporativa nas organizações**. 2007. Disponível em: <<http://www.pge.ac.gov.br/siteposgraduacao/gestaoambiental/materialdeapoio.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2010.

BEZERRA, M. do C. L.; VEIGA, J. E. da. **Agricultura sustentável**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis; Consórcio Museu Emílio Goeldi, 2000.

BIODIVERSITY HOTSPOTS. Disponível em: <<http://www.biodiversityhotspots.org/Pages/default.aspx>>. Acesso em: 10 jan. 2010.

BRASIL. Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981. Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <[www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm)>. Acesso em: 10 dez. 2010.

BUSTAMANTE, M. M. C. et al. **Estimativa de emissões recentes de gases de efeito estufa pela pecuária no Brasil**. 2009. Disponível em: <<http://www.amazonia.org.br/arquivos/337617.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

CALHEIROS, R. de O. et al. **Preservação e recuperação das nascentes**. Piracicaba: Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ-CTRN, 2004.

CAMPANHOL, E. M.; ANDRADE, P.; ALVES, M. C. M. Rotulagem ambiental: barreira ou oportunidade estratégica? **Revista Eletrônica de Administração**, Facef, v. 2, n. 3, p. 1-13, 2003.

CAMPHORA, A. L.; MAY, P. H. A valoração ambiental como ferramenta de gestão em unidades de conservação: há convergência de valores para o bioma Mata Atlântica? **Megadiversidade**, v. 2, n. 12, p. 24-38, 2006.

CANTORCO2E. **Mercado de carbono**: visão atual e perspectivas. 2010. Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br/empresas/download/semi-carbono-PDF1.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2010.

CARVALHO, C. E. **A análise do ciclo de vida e os custos completos no planejamento energético**. 2000. 220 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

\_\_\_\_\_. **Desenvolvimento de procedimentos e métodos para mensuração e incorporação das externalidades em projetos de energia elétrica**: uma aplicação às linhas de transmissão aéreas. 2005. 218 f. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

CARVALHO, G. M. B. **Contabilidade ambiental**. Curitiba: Juruá, 2007.

CASTRO, C. de et al. Análise econômica do cultivo e extração do óleo essencial de melaleuca *alternifolia cheel*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 29, n. 2, p. 241-249, 2005.

CASTRO, E. A. **Biomass, Nutrient Pools and Response to Fire in the Brazilian Cerrado**. 1996. 128 f. Dissertação (Mestrado) – Oregon State University, Oregon, 1996.

CCAD-PNUD/GEF. **Proyecto para la consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano**: guía metodológica de valoración económica de bienes y servicios e impactos ambientales. 2002. Disponível em: <[http://xsei.centrogeo.org.mx/vedet/biblioteca/val\\_eco\\_deg/VE\\_Valoraci%F3n%20CBM.pdf](http://xsei.centrogeo.org.mx/vedet/biblioteca/val_eco_deg/VE_Valoraci%F3n%20CBM.pdf)>. Acesso em: 15 set. 2009.

CEBRAC. Fundação Centro Brasileiro de Referência e Apoio Cultural. **Oportunidades de geração de renda no Cerrado**: texto para discussão. 1999. Disponível em: <<http://www.cebrac.org.br/v2/projetos/cerrado99.asp>>. Acesso em: 18 maio 2008.

CI-BRASIL. Conservação Internacional Brasil. **As regiões biologicamente mais ricas e ameaçadas do planeta**. 2008. Disponível em: <<http://www.conservation.org.br/publicacoes/files/HotspotsRevisitados.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2008.

CICA. Canadian Institute of Chartered Accountants. **Full Cost Accounting from an Environmental Perspective**. 1997. Disponível em: <[www.cica.ca/research-and-guidance/.../item13278.aspx](http://www.cica.ca/research-and-guidance/.../item13278.aspx)>. Acesso em: 30 nov. 2010.

CIRINO, J. F.; LIMA, J. E. de. Valoração contingente da Área de Proteção Ambiental (APA) São José – MG: um estudo de caso. **Revista de Economia e Sociologia Rural – RESR**, Piracicaba, SP, v. 46, n. 3, p. 647-672, jul./set. 2008.

COHEN, M. J.; BROWN, M. T.; SHEPHERD, K. D. Estimating the Environmental Costs of Soil Erosion at Multiple Scales in Kenya using Emergy Synthesis. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 114, p. 249-269, 2006.

CONSELEITE-SC. Conselho Paritário de Produtores Rurais e Indústrias de Leite do Estado de Santa Catarina. **Planilhas**. 2010. Disponível em: <[http://cepa.epagri.sc.gov.br/agroindicadores/custos/apresentacao\\_leite.htm](http://cepa.epagri.sc.gov.br/agroindicadores/custos/apresentacao_leite.htm)>. Acesso em: 2 maio 2010.

CORDEIRO, R. R.; ROTH, P.; SILVA, L. da. Economic Growth or Environmental Protection? The False Dilemma of the Latin-American Countries. **Environmental Science & Policy**, v. 8, p. 392-398, 2005.

CORSON, W. Recognizing Hidden Environmental and Social Costs and Reducing Ecological and Societal Damage through Tax, Price, and Subsidy Reform. **The Environmentalist**, v. 22, p. 67-82, 2002.

COSTA, T. V. M. et al. Economia e sustentabilidade: valoração ambiental do Rio Passo Fundo – RS. **Teoria e Evidência Econômica**, Passo Fundo, v. 12, n. 22, p. 105-127, maio 2004.

COSTANZA, R. et al. The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital. **Nature**, v. 387, n. 15, p. 253-260, May 1997.

COTTA, M. K. et al. Análise econômica do consórcio seringueira-cacau para geração de certificados de emissões reduzidas. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 6, p. 969-979, 2006.

DALY, H. **Existe desenvolvimento sustentável?** 2002. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/RelatorioGestao/Rio10/Riomaisdez/index.php.56.html>>. Acesso em: 28 set. 2009.

DAROLT, M. R.; SKORA NETO, F. **Sistema de plantio direto em agricultura orgânica** 2002. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/daroltsist.htm>>. Acesso em: 3 jan. 2011.

DAVIDSON, M. D.; BOON, B. H.; VAN SWIGCHEM, J. Monetary Valuation of Emissions in Implementing Environmental Policy. **Journal of Industrial Ecology**, v. 9, n. 4, p. 145-155, 2005.

DENARDIN, Anderson A. **Economia ecológica**. 2009. Disponível em: <<http://ich.ufpel.edu.br/economia/professores/aadenardin/ECO1.pdf>>. Acesso em: 5 out. 2009.

DORST, J. **Antes que a natureza morra: por uma ecologia política**. Tradução de Rita Buongermino. São Paulo: Edgar Blücher, 1973.

EA. Environmental Agency. **Agriculture and Natural Resources: Benefits, Costs and Potential Solutions – Parte 1**. 2002. Disponível em: <<http://www.environment-agency.gov.uk/>>. Acesso em: 15 ago. 2010.

ECOCIENTE. Planejamento e Gestão Socioambiental. **Alternativa familiar na Bacia do Xingu no Mato Grosso: conhecendo e construindo alternativas sustentáveis**. 2006. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf/\\_arquivos/programa\\_bioma\\_cerrado.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf/_arquivos/programa_bioma_cerrado.pdf)>. Acesso em: 13 nov. 2008.

ECOL NEWS. **O ciclo da água**. 2009. Disponível em: <<http://www.ecolnews.com.br/agua/indice.htm>>. Acesso em: 30 set. 2009.

EEA. European Environmental Agency. **Sector Share of Ammonia Emissions (EEA Member Countries)**. 2009. Disponível em: <<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/sector-share-of-ammonia-emissions-eea-member-countries>>. Acesso em: 27 ag. 2010.

EFTEC. Economics for Environmental Consultancy Ltd. **Framework for Environmental Accounts for Agriculture**. 2004. Disponível em: <<http://www.eftec.co.uk/>>. Acesso em: 16 ago. 2010.

ELY, A. **Economia do meio ambiente**: uma apreciação introdutória interdisciplinar da poluição, ecologia e qualidade ambiental. 4. ed. Porto Alegre: Fundação e Estatística Siegfried Emanuel Heuser, 1990.

EPA. Environmental Protection Agency. **An Introduction to Environmental Accounting as a Business Management Tool**: Key Concepts and Terms. 1995. Disponível em: <<http://www.epa.gov/oppt/library/pubs/archive/acct-archive/pubs/busmgt.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2008.

\_\_\_\_\_. Environmental Protection Agency. **Emission Facts**: Metrics for Expressing Greenhouse Gas Emissions. Carbon Equivalents and Carbon Dioxide Equivalents. 2005. Disponível em: <<http://www.epa.gov/oms/climate/420f05002.htm#carbon>>. Acesso em: 21 ago. 2010.

\_\_\_\_\_. **Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks**: 1990-2008. 2010. Disponível em <<http://www.epa.gov/climatechange/emissions/usinventoryreport.html>>. Acesso em: 20 ago. de 2010.

EUROPEAN COMMISSION. **External Costs**: Research Results on Socio-Environmental Damages Due to Electricity and Transport. 2003. Disponível em: <[www.externe.info/externpr.pdf](http://www.externe.info/externpr.pdf)>. Acesso em: 27 ago. 2010.

FAEG. Federação da Agricultura e Pecuária de Goiás. **Diagnóstico da cadeia produtiva do leite de Goiás**: relatório de pesquisa. Sebastião Teixeira Gomes, Goiânia: Faeg, 2009. Disponível em: <[http://www.faeg.com.br/index.php?option=com\\_phocadownload&view=category&id=2&Itemid=109](http://www.faeg.com.br/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=2&Itemid=109)>. Acesso em: 15 maio 2010.

FAO. Food and Agriculture Organization. **Taking Stock of the Multifunctional Character of Agriculture and Land**. Paper for FAO/Netherlands Conference on the Multifunctional Character of Agriculture and Land. Maastricht, Netherlands, Sept. 1999. Disponível em: <[www.fao.org/mfcal/pdf/st\\_e.pdf](http://www.fao.org/mfcal/pdf/st_e.pdf)>. Acesso em: 12 dez. 2010.

\_\_\_\_\_. Políticas territoriales para el desarrollo economico y social del espacio rural. In: 29<sup>a</sup> CONFERENCIA REGIONAL DE LA FAO PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, abr. 2006, Caracas, Venezuela.

FARIS, S. **Mudança climática**: as alterações do clima e as consequências diretas em questões morais, sociais e políticas = Forecast. Tradução de Ana Beatriz Rodrigues. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

FAUCHEUX, S.; NOEL, J. F. **Economia dos recursos naturais e do meio ambiente**. Lisboa: Instituto Piaget, 1995.

FEARNSIDE, P. M. Environmental Services as a Strategy for Sustainable Development in Rural Amazônia. **Ecological Economics**, v. 20, p. 53-70, 1997.

FERREIRA, A. C. de S. **Contabilidade ambiental**: uma informação para o desenvolvimento sustentável. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

FERREIRA, E. A. B.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C. Medidas do fluxo de CO<sub>2</sub> do solo pelos métodos da absorção alcalina e analisador de gás infravermelho em diferentes sistemas de manejo no Cerrado. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento – Embrapa**, p. 5-23, 2005.

FERREIRA, F. M. **Agricultura sustentável**. 2008. Disponível em: <<http://www.agrisustentavel.com/artigos/agrisust.htm>>. Acesso em: 8 fev. 2008.

FREITAS, E. A. S. F.; PEREIRA, B. D.; MAIA, J. C. de S. Valoração contingente de ativos ambientais: um estudo de caso no município de Diamantino-MT. In: XLII CONGRESSO DA SOBER, 2004, Mato Grosso. **Anais...** Mato Grosso, 2004.

FUNATURA. Fundação Pró-Natureza. **Projeto RPPN**. 2007. Disponível em: <[http://funatura.org.br/home/index.php?option=com\\_content&task=view&id=20&Itemid=34](http://funatura.org.br/home/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=34)>. Acesso em: 10 dez. 2008.

FUNCATE. Fundação para a Ciência Aeroespacial, Aplicações e Tecnologias. **Primeiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa**: emissões e remoções de dióxido de carbono por conversão de florestas e abandono de terras cultivadas. 2004. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/17347.html>>. Acesso em: 16 set. 2010.

GALE, R. J. P.; STOKOE, P. K. Environmental Cost Accounting and Business Strategy. In: MADU, Chris (Ed.). **Handbook of Environmentally Conscious Manufacturing**. Kluwer Academic Publishers, 2001. p. 121-137.

GALLETTI, C. M.; LIMA, R. A. de S. Valor econômico de visitação da Rua do Porto, em Piracicaba (SP). In: XLVI CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL – SOBER, 2008, Rio Branco-AC, **Anais...** Rio Branco: SOBER, 2008.

GAZONI, J. L. et al. **Valoração econômica do Parque Estadual de Itaúnas (ES)**. 2006. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/sites/000/2/publicacoes/tds/td\\_1238.pdf](http://www.ipea.gov.br/sites/000/2/publicacoes/tds/td_1238.pdf)>. Acesso em: 5 fev. 2009.

GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**. 7. ed. São Paulo: Harbra, 2002.

GODOY, S. G. M. de; PAMPLONA, J. B. O Protocolo de Kyoto e os países em desenvolvimento. **Pesquisa & Debate**, v. 18, n. 2, p. 329-354, 2007.

GOLDEMBERG, José. **SOS Planeta Terra: o efeito estufa**. São Paulo: Brasiliense, 1990.

GROOT, R. S. de; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. A Typology for the Classification, Description and Valuation of Ecosystem Functions, Goods and Services. **Ecological Economics**, v. 41, p. 393-408, 2002.

GUARINO, E. de S. G.; MEDEIROS, M. de. Levantamento da fitomassa dos estratos arbóreos e herbáceo-arbustivo da área de influência direta do aproveitamento hidrelétrico de Corumba IV (GO). Brasília DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005. p. 6-17.

GUIA DE INVESTIMENTO. **Taxa de juros Selic: conceito e definição**. 2010. Disponível em: <<http://www.guiadeinvestimento.com.br/taxa-de-juros-selic-conceito-e-definicao/>>. Acesso em: 20 set. 2010.

HIGUCHI, N. et al. Biomassa da parte aérea da vegetação da floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia brasileira. **Acta Amazônica**, v. 28, n. 2, p. 153-166, 1998.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de biomas do Brasil**. 2004. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=169](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=169)>. Acesso em: 17 nov. 2008.

\_\_\_\_\_. **Contagem da população 2007**. 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/default.shtm>>. Acesso em: 20 ago. 2010.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa pecuária municipal**. 2008. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp?e=v&p=PP&z=t&o=23>>. Acesso em: 26 fev. 2010.



ICF INCORPORATED. **Full Cost Accounting for Decision Making at Ontario Hydro: A Case Study**. 1996. Disponível em: <[www.epa.gov/opptintr/library/pubs/archive/acct-archive/.../ontarhyd.pdf](http://www.epa.gov/opptintr/library/pubs/archive/acct-archive/.../ontarhyd.pdf)>. Acesso em: 28 nov. 2010.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Monitoramento da cobertura florestal da Amazônia brasileira por satélites**. 2008. Disponível em: <[http://www.obt.inpe.br/deter/avaliacao/Avaliacao\\_DETER\\_setembro2008.pdf](http://www.obt.inpe.br/deter/avaliacao/Avaliacao_DETER_setembro2008.pdf)>. Acesso em: 26 nov. 2008.

IPCC. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. **Cambio climático 2001: informe de síntesis**. Wembley, Reino Unido, 24-25 Sept. 2001.

\_\_\_\_\_. **Orientación sobre las buenas prácticas en el sector de CUTS**. 2003. Disponível em: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>>. Acesso em: 26 fev. 2010.

\_\_\_\_\_. **Emisiones resultantes de la gestión del ganado y del estiércol**. 2006a. Disponível em: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>>. Acesso em: 26 fev. 2010.

\_\_\_\_\_. **Métodos complementarios y orientación sobre las buenas prácticas que emanan del Protocolo de Kyoto**. 2006b. Disponível em: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf/spanish/ch4.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

\_\_\_\_\_. **Cambio climático 2007: informe de síntesis**. 2007. Disponível em: <[http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr\\_sp.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf)>. Acesso em: 26 fev. 2010.

JASCH, C.; LAVICKA, A. Pilot Project on Sustainability Management Scounting with the Stryan Automobile Cluster. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, p. 1214-1227, 2006.

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

KASSAI, R. et al. **Retorno de investimento: abordagem matemática e contábil do lucro empresarial**. 2. ed. São Paulo: Altas, 2000.

KAZMIERCZAK, M. L.; SEABRA, F. B. Índice de susceptibilidade de degradação ambiental [ISDA] em áreas do Cerrado paulista. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE

SENSORIAMENTO REMOTO, 2007, Florianópolis-SC, Brasil. **Anais...** Florianópolis-SC, 2007.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 147-154, jul. 2005.

KOSUGI, T. et al. Internalization of the External Costs of Global Environmental Damage in an Integrated Assessment Model. **Energy Policy**, v. 37, p. 2664-2678, 2009.

KRUPA, S. V. Global Climate Change: Processes and Products – An Overview. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 46, p. 73-88, 1997.

KUWAHARA, M. Y. **Teorias econômicas aplicadas ao meio ambiente**. 2008. Disponível em: <<http://meusite.mackenzie.com.br/monicayukie/Aula%206%20EMA.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2008.

LAMÔNICA, K. R.; BARROSO, D. G. Sistemas agroflorestais: aspectos básicos e recomendações. **Programa Rio Rural**, Niterói, Rio de Janeiro, p. 4-12, jul. 2008.

LIMA, M. A.; PESSOA, M. C. P. Y.; LIGO, M. A. V. **Primeiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2006. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/740.html?execview=>>>. Acesso em: 26 fev. 2010.

LV, Y.; GU, S.; GUO, D. Valuing Environmental Externalities from Rice-Wheat Farming in the Lower Reaches of the Yangtze River. **Ecological Economics**, v. 69, p. 1436-1442, 2010.

MACDICKEN. **A Guide to Monitoring Carbon Storage in Forestry and Agroforestry Projects**. 1997. Disponível em: <[http://www.forestclimatecenter.org/document\\_hit.pht?cnt=international&lang=english&dID=136](http://www.forestclimatecenter.org/document_hit.pht?cnt=international&lang=english&dID=136)>. Acesso em: 15 fev. 2010.

MACHADO, R. B. et al. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. 2004. Disponível em: <<http://www.conservation.org.br/arquivos/RelatDesmatamCerrado.pdf>>. Acesso em: 28 maio 2008.

MAIA, A. G. **Valoração de recursos ambientais**. 2002. 199 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Economia da Unicamp, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2002.

MAIA, A. G.; ROMEIRO, A. R.; REYDON, B. P. **Valoração de recursos ambientais: metodologias e recomendações**. 2004. Disponível em: <<http://www.eco.unicamp.br/Downloads/Publicacoes/TextosDiscussao/texto116.pdf>>. Acesso em: 4 out. 2009.

MARQUELLI, R. P. **O desenvolvimento sustentável da agricultura no Cerrado brasileiro**. MBA em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada, ISEA-FGV/ECOBUSINESS SCHOOL. Brasília-DF, 2003.

MARQUES, J. F. **Valoração ambiental**. 2004. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Marques\\_valoracaoID-8c4EUMn3Bm.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Marques_valoracaoID-8c4EUMn3Bm.pdf)>. Acesso em: 29 nov. 2008.

MARQUES, J. F.; COMUNE, A. E. A teoria neoclássica e a valoração ambiental. In: ROMEIRO, Ademar R.; REYDON, Bastiaan P.; LEORNARDI, M. L. A. **Economia do meio ambiente**. Campinas: Unicamp, 1997. p. 21-42.

MARTINS, G. de A.; PELISSARO, J. Sobre conceitos, definições e constructos nas ciências contábeis. **Revista de Administração e Contabilidade da Unisinos**, v. 2, n. 2, p. 78-84, 2005.

MARTINS, O. S. **Determinação do potencial de sequestro de carbono na recuperação de matas ciliares na região de São Carlos – SP**. 2004. 161 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2004.

MASSELINK, D. J. **Internalizing External Environmental Costs of Agriculture Into Product Prices, Case Study for Milk and Potatoes**. 2007. Thesis (Doctorate) – IVEM, Centre for Energy and Environmental Studies, University of Groningen, Groningen, Netherlands, 2007.

MATTOS, A. D. M. de et al. Valoração ambiental de áreas de preservação permanente da microbacia do Ribeirão São Bartolomeu no município de Viçosa, MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 31, n. 2, p. 347-353, 2007.

MATTOS, K. M. da C.; MATTOS, K. M. da C.; MATTOS, A. Valoração econômica do meio ambiente dentro do contexto do desenvolvimento sustentável. **Revista Gestão Industrial**, v. 1, n. 2, p. 248-259, 2005.

MÁXIMO, P. S. **Fragmentos de mata e plantação de café: valorização dos bens e serviços de ecossistema**. 2006. 73 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Programa de Pós-Graduação em Economia Rural, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2006.

MCT. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Emissões e remoções de dióxido de carbono por conversão de florestas e abandono de terras cultivadas**. 2004. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/21455.html>>. Acesso em: 19 ago. 2010.

\_\_\_\_\_. **Inventário de emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal**. 2006. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/25441.html>>. Acesso em: 19 ago. 2010.

\_\_\_\_\_. **Protocolo de Quioto: situação da ratificação**. 2008. Disponível em: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0024/24986.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0024/24986.pdf)>. Acesso em: 15 mar. 2010.

\_\_\_\_\_. **Inventário brasileiro das emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa**. 2009. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

\_\_\_\_\_. **Status atual das atividades de projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil e no mundo: última compilação do site da CQNUMC: 3 ago. 2010**. 2010. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/30317.html>>. Acesso em: 16 set. 2010.

MEDEIROS, Camila B. et al. Avaliação de serviços ambientais gerados por unidades de produção familiar participantes do Programa Proambiente no Estado do Pará. **Embrapa Meio Ambiente**, Jaguariúna, SP, 2007.

MELO, Janaina F. M. de; FREITAS, João B. de; COSTA, Ivani Costa. Identificação dos custos ocultos nas medidas de produtividade: um estudo de caso numa indústria alimentícia. In: XIII SIMPEP, 2006, Bauru-SP. **Anais...** Bauru-SP, 6-8 nov. 2006.

MENDONÇA-HAGLER, L. C. S. Biodiversidade e biossegurança. **Biotecnologia: Ciência & Desenvolvimento**, n. 18, p. 16-22, jul./ago. 2001.

MERICO, L. F. K. **Introdução à economia ecológica**. 2. ed. Blumenau-SC: Edifurb, 2002.

MIKHAILOVA, I.; BARBOSA, F. A. R. **Valorando o capital natural e os serviços ecológicos de Unidades de Conservação: o caso do Parque Estadual do Rio Doce-MG, Sudeste do Brasil**. 2004. Disponível em: <<http://www.cedeplar.ufmg.br/pesquisas/td/TD%20230.pdf>>. Acesso em: 9 fev. 2009.

MIRANDA, E. M. de; VELENTIM, J. F. Desempenho de doze espécies arbóreas nativas e introduzidas com potencial de uso múltiplo no Estado do Acre, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 30, n. 3, p. 471-480, 2000.

MITTERMEIER, R. A. et al. **Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions**. Washington: Cemex & Conservation International, 2004.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas. **Proposta revisada de critérios e indicadores de elegibilidade para avaliação de projetos candidatos ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)**. 2002. Disponível em: <[http://www.centroclima.org.br/new2/proj\\_criterios.htm](http://www.centroclima.org.br/new2/proj_criterios.htm)>. Acesso em: 24 fev. 2010.

MONTANARELLA, L. **Trends in Land Degradation in Europe**. Arusha: European Commission Joint Research Centre Institute for Environment and Sustainability, 2006.

MOURA, L. A. A. **Economia ambiental: gestão de custos e investimentos**. 2. ed. São Paulo: Juarez de Oliveira, 2003.

MULLER, F. B. **Preço do carbono dispara para alta de sete meses na Europa**. 2010. Disponível em: <<http://ecosolucoesambientais.blogspot.com/2010/04/preco-do-credito-de-carbono-dispara.html>>. Acesso em: 26 abr. 2010.

MUNDEL, K. **Walking Through your Old Way of Thinking: The Learning Dimension of Farmers' Transitions to Sustainable Agriculture**. 2007. 233 f. Thesis (Doctorate) – Department of Adult Education and Counselling Psychology, University of Toronto, Canadá, 2007.

MUNIER, N. Economic Growth and Sustainable Development: Could Multicriteria Analysis be used to solve This Dichotomy? **Environment, Development and Sustainability**, v. 8, p. 425-443, Springer 2006.

MYERS, N. et al. Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000.

NABAIS, Cristina. **Relações alométricas da espécie *Ailanthus altissima***. 2008. Disponível em: <[http://www.google.com.br/search?hl=pt-BR&rlz=1R2SUNC\\_pt-BRBR356&q=o+que+%C3%A9+alometria&meta=&aq=f&aqi=&aql=&oq=&gs\\_rfai=>](http://www.google.com.br/search?hl=pt-BR&rlz=1R2SUNC_pt-BRBR356&q=o+que+%C3%A9+alometria&meta=&aq=f&aqi=&aql=&oq=&gs_rfai=>)>. Acesso em: 17 mar. 2010.

NIJKAMP, P.; VINDIGNIB, G.; NUNESC, P. A. L. D. Economic Valuation of Biodiversity: A Comparative Study. **Ecological Economics**, v. 67, p. 217-231, 2008.

NISHI, M. H. et al. Influência dos créditos de carbono na viabilidade financeira de três projetos florestais. **Revista Árvore**, Viçosa- MG, v. 29, n. 2, p. 263-270, 2005.

OGASSAVARA, R. C. Valoração econômica ambiental. **Boletim Responsabilidade Social e Ambiental do Sistema Financeiro**, v. 3, n. 30, p. 1-2, 2008.

O'KEEFE, W.; KUETER, J. K. **The Myth of Vanishing CO<sub>2</sub> Emissions**. 2008. Disponível em: <[www.marshall.org/pdf/materials/585.pdf](http://www.marshall.org/pdf/materials/585.pdf)>. Acesso em: 20 ago. 2010.

OLIVEIRA FILHO, R. C. de; MONTEIRO, M. do S. L. Valoração econômica da prática do ecoturismo no semi-árido: o caso do Parque Nacional Serra da Capivara – Piauí. In: VII ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA ECOLÓGICA, 2007, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2007.

OLIVEIRA NETO, G. C. de et al. Aliança sustentável, crescimento econômico e a sustentabilidade. In: IV CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 2008, Niterói – RJ. **Anais...** Niterói: CNEG, 2008.

OLIVEIRA, R. R. et al. Formulação de custos ambientais no Maciço da Tijuca (Rio de Janeiro, Brasil). **Ecologia Brasiliensis: estrutura, funcionamento e manejo dos ecossistemas brasileiros**, v. 1, p. 557-568, 1995.

OLUWASOLA, O. Stimulating Rural Employment and Income for Cassava (*Manihot sp.*): Processing Farming Households in Oyo State, Nigeria Through Policy Initiatives. **Journal of Development and Agricultural Economics**, v. 2, n. 2, p. 18-25, Feb. 2010.

O'NEILL, D. **The Total External Environmental Costs and Benefits of Agriculture in the UK**. 2007. Disponível em: <[www.environment-agency.gov.uk/.../costs\\_benefitapr07\\_1749472.pdf](http://www.environment-agency.gov.uk/.../costs_benefitapr07_1749472.pdf)>. Acesso em: 10 jul. 2010.

PÁDUA, M. T. **Cerrado, fechado, liquidado**. 2005. Disponível em: <[http://www.oeco.com.br/maria-tereza-jorge-padua/36-maria-tereza-jorge-padua/16234-oeco\\_11124?tmpl=component&print=1&page=>](http://www.oeco.com.br/maria-tereza-jorge-padua/36-maria-tereza-jorge-padua/16234-oeco_11124?tmpl=component&print=1&page=>)>. Acesso em: 24 nov. 2008.

PAIVA, A. O. G. E. de; FARIA, G. E. de. Estoque de carbono do solo sob Cerrado *sensu stricto* no Distrito Federal, Brasil. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 1, n. 1, p. 59-65, 2007.

PAIVA, Doralice P. de. **Compostagem**: destino correto para animais mortos e restos de parição. 2001. Disponível em: <[www.cnpsa.embrapa.br/pnma/pdf\\_doc/4-Dora-compostagem.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/pnma/pdf_doc/4-Dora-compostagem.pdf)>. Acesso em: 30 nov. 2010.

PEIXOTO, S. L.; WILLMERSDORF, O. G. (Coord.). **Modelo de valoração econômica dos impactos ambientais em unidades de conservação**. 2002. Disponível em: <[www.biodiversidade.rs.gov.br/.../1161519935Modelo\\_de\\_valoracao\\_economica\\_dos\\_impactos\\_ambientais\\_em\\_unidades\\_de\\_conserva](http://www.biodiversidade.rs.gov.br/.../1161519935Modelo_de_valoracao_economica_dos_impactos_ambientais_em_unidades_de_conserva)>. Acesso em: 12 dez. 2010.

PENEDO, R. da C. **Taxa interna de retorno na análise de investimento**. Brasília: Lettera Editora Ltda, 2005.

PENTEADO, Hugo. **Ecoeconomia**: uma nova abordagem. 2. ed. São Paulo: Lazuli Editora, 2003.

\_\_\_\_\_. **O economista Hugo Penteado critica as políticas econômicas que desprezam o meio ambiente**. 2007. Disponível em: <<http://ethos.org.br/DesktopDefault.aspx?TabID=3345&Lang=pt-B&Alias=Ethos&itemNotID=8177>>. Acesso em: 29 jun. 2009.

PEQUI. Pesquisa e Conservação do Cerrado. 2006. Disponível em: <<http://www.pequi.org.br>>. Acesso em: 1 dez. 2008.

PEREIRA, A. S. **Do fundo ao mecanismo**: gênese, características e perspectivas para o mecanismo de desenvolvimento limpo; ao encontro ou de encontro à equidade? 2002. 202 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

PERES, A. A. et al. Análise financeira e de sensibilidade de sistemas de produção de leite em pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 10, p. 2072-2078, 2009.

PERES, R. S.; SANTOS, M. A. dos. Considerações gerais e orientações práticas acerca do emprego de estudos de caso na pesquisa científica em psicologia. **Interações**, v. x, n. 20, p. 109-126, jul./dez. 2005.

PINHEIRO, C. S. R. et al. Germinação *in vitro* de mangabeira (*Hancornia speciosa Gomez*) em diferentes meios de cultura. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal-SP, v. 23, n. 2, p. 413-416, 2001.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Tabela de ranking de IDH-M**. 2000. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/atlas/tabelas/>>. Acesso em: 13 abr. 2010.

PONCIANO, N. J. et al. Análise de viabilidade econômica e de risco da fruticultura na região norte fluminense. **Revista de Economia Rural – RER**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 4, p. 615-635, out./dez. 2004.

PORTAL DO AGRONEGÓCIO. **Aquecimento global muda agricultura brasileira**. 2006. Disponível em: <<http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=22525>>. Acesso em: 9 jun. 2009.

PORTAL ECODEBATE. **Depois do Cerrado virar cinzas Governo lança plano para reduzir queimadas**. Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br/2010/09/16/depois-do-cerrado-virar-cinzas-governo-lanca-plano-para-reduzir-queimadas/>>. Acesso em: 20 jun. 2010.

PRETTY, J. N. Participatory Learning for Sustainable Agriculture. **World Development**, v. 23, n. 8, p. 1247-1263, 1995.

PRETTY, J. et al. An Assessment of the Total External Costs of UK Agriculture. **Agricultural Systems**, v. 65, p. 113-136, 2000.

PRETTY, J. et al. Environmental Costs of Freshwater Eutrophication in England and Wales. **Environmental Science & Technology**, v. 37, n. 2, p. 201-208, 2003.

PRIMAVESI, O. do et al. Metano entérico de bovinos leiteiros em condições tropicais brasileiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 3, p. 277-283, 2004.

PROGRAMA CERRADO SUSTENTÁVEL. **Programa nacional de conservação e uso sustentável do bioma Cerrado**. 2006. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf/\\_arquivos/programa\\_bioma\\_cerrado.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf/_arquivos/programa_bioma_cerrado.pdf)>. Acesso em: 27 maio 2008.

REDE CERRADO. **Carta de Princípios da Rede Cerrado**. 2008. Disponível em: <[http://www.redecerrado.org.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=145&Itemid=34](http://www.redecerrado.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=145&Itemid=34)>. Acesso em: 22 nov. 2008.



REDE DE AGRICULTURA SUSTENTÁVEL. **Soja é a planta que mais causa emissão de carbono na agricultura**. 2004. Disponível em: <<http://www.agrisustentavel.com/san/sojac.htm>>. Acesso em: 4 out. 2010.

RENNÓ, F. P. et al. Eficiência bioeconômica de estratégias de alimentação em sistemas de produção de leite: produção por animal e por área. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 4, p. 743-753, 2008.

REZENDE, A. J.; RIBEIRO, M. de S.; DALMÁCIO, F. Z. Uma análise multidimensional dos projetos brasileiros de MDL – Mecanismos de Desenvolvimento Limpo. In: ENCONTRO ANUAL DA ANPAD, 31., 2007, Rio de Janeiro-RJ, **Anais...** Rio de Janeiro: ANPAD, 2007.

RIBEIRO, M. S. **Contabilidade ambiental**. São Paulo: Saraiva, 2006.

RIBEIRO, R. A.; RODRIGUES, F. M. Genética da conservação em espécies vegetais do Cerrado. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, Salvador, v. 5, n. 3, p. 253-260, set./dez. 2006.

RIBEMBOIM, J. População visitante e população local: efeitos na dinâmica econômico-ambiental e valoração monetária do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros. In: XIV ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS – ABEP, 2004, Caxambu-MG, **Anais...** Caxambu-MG: ABEP, 2004.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas** São Paulo: Atlas, 1999.

RITTL, C. **Mudanças climáticas e transferência de tecnologia**. 2009. Disponível em: <[http://www.wwf.org.br/informacoes/noticias\\_meio\\_ambiente\\_e\\_natureza/?21640/ARTIGO-Mudanas-Climticas-e-Transferncia-de-Tecnologia](http://www.wwf.org.br/informacoes/noticias_meio_ambiente_e_natureza/?21640/ARTIGO-Mudanas-Climticas-e-Transferncia-de-Tecnologia)>. Acesso em: 29 dez. 2010.

ROCHA, M. S.; PAIANO, D. B.; MELLO, R. C. O aquecimento global e o Protocolo de Kyoto. In: XVI CONGRESSO NACIONAL DO CONPEDI, 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2007.

RODRIGUES, E. R. et al. Avaliação econômica de sistemas agroflorestais implantados para recuperação de reserva legal no Pontal do Paranapanema, São Paulo. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 31, n. 5, p. 941-948, 2007.

RODRIGUES, S. C. S.; RODRIGUES, W. Estimativa do valor econômico de reservas ecoturísticas na Amazônia Legal: o caso do Jalapão, estado do Tocantins. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 3, n. 6, p. 163-178, 2008.

RODRIGUES, W. Valoração econômica dos impactos ambientais de tecnologias de plantio em região de cerrados. **RER**, Rio de Janeiro, v. 43, n. 1, p. 135-153, 2005.

ROSA, A. L. M. da. **A contribuição do MDL à promoção do desenvolvimento sustentável**: um estudo empírico com os projetos aprovados no Brasil. 2007. 164 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

ROSA, M. E. C. da; NAVES, R. V. N.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. P. Produção e crescimento de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa Gomez*) em diferentes substratos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 35, n. 2, p. 65-70, 2005.

ROSADO, P. L. et al. Avaliação contingente do Rio Meia Ponte, Goiânia-GO: uma aplicação do referendun com *follow-up*. In: XVII CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL – SOBER, 2004, Cuiabá-MT. **Anais...** Cuiabá: SOBER, 2004.

RÜGNITZ, M. T.; CHACÓN, M. L.; PORRO, R. **Guia para determinação de carbono em pequenas propriedades rurais**. Belém: Centro Mundial Agroflorestal (ICRAF); Consórcio Iniciativa Amazônica (IA), 2009.

SALDIVA, P. H. do N.; BRAGA, A. L. F. **Impactos das mudanças climáticas na saúde humana**. 2007. Disponível em: <[www.ambiente.sp.gov.br/proclima/cursos.../alfesiobraga.pdf](http://www.ambiente.sp.gov.br/proclima/cursos.../alfesiobraga.pdf)>. Acesso em: 5 dez. 2010.

SANCHES, V. L. **Remediação de solos da formação São Paulo contaminados por vapores de gasolina**. 2009. 122 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SANTOS, A. J. dos et al. Viabilidade econômica do sistema agroflorestal grevilea x café na região norte do Paraná. **Cerne**, v. 6, n. 1, p. 89-100, 2000.

SANTOS, M. J. C. dos. **Viabilidade econômica em sistemas agroflorestais nos ecossistemas de terra firme e várzea no estado do Amazonas**: um estudo de casos. 2004. 157 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo – Esalq/USP, Piracicaba, São Paulo, 2004.

SARMIENTO, M. Á. **Desarrollo de un nuevo método de valoración medioambiental**. 2003. 224 f. Tesis (Doctorado) – Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Universidad Politécnica de Madrid, España, 2003.

SCARPINELLA, G. D'A. **Reflorestamento no Brasil e o Protocolo de Quioto**. 2002. 182 f. Dissertação (Mestrado) – Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

SCHALTEGGER, S.; BURRITT, R. **Contemporary Environmental Accounting: Issues, Concepts and Practice**. New York: Greenleaf Publishing, 2000.

SECAF, B. F. et al. Análise econômica da exploração de cupuaçu em sistemas agroflorestais. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 44., 2006, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: SOBER, 2006.

SERÔA DA MOTTA, R. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. 1997. Disponível em: <[www.em.ufop.br/ceamb/petamb/cariboost.../manual\\_20serroa\\_20motta.pdf](http://www.em.ufop.br/ceamb/petamb/cariboost.../manual_20serroa_20motta.pdf)>. Acesso em: 12 dez. 2010.

\_\_\_\_\_. **Estimativa do custo econômico do desmatamento na Amazônia**: texto para discussão 910. Instituto de Pesquisa Economica Aplicada – Ipea, 2002.

\_\_\_\_\_. Valoração econômica como um critério de decisão. **Revista do Tribunal de Contas da União**, n. 100, p. 92-95, abr./jun. 2004.

\_\_\_\_\_. **Economia ambiental**. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

SERÔA DA MOTTA, R.; RUITENBEEK, J.; HUBER, R. **Uso de instrumentos econômicos na gestão ambiental da América Latina e Caribe**: lições e recomendações. Rio de Janeiro: Ipea, 1998.

SERÔA DA MOTTA, R. et al. **O mecanismo de desenvolvimento limpo e o financiamento do desenvolvimento sustentável no Brasil**: texto para discussão. 2000. Disponível em: <[http://getinternet.ipea.gov.br/pub/td/2000/td\\_0761.pdf](http://getinternet.ipea.gov.br/pub/td/2000/td_0761.pdf)>. Acesso em: 25 fev. 2010.

SHIELDS, D.; BELOFF, B.; HELLER, M. **Environmental Cost Accounting for Chemical & Oil Companies: A Benchmarking Study**. Environmental Protection Agency, 1997.

SIGNORINI, P. **O que é carbono equivalente?** 2007. Disponível em: <<http://scienceblogs.com.br/rastrodecarbono/2007/08/o-que-e-carbono-equivalente.php>>. Acesso em: 22 fev. 2010.

SILVA, C. B. **Viabilidade econômica do uso da agricultura de precisão:** um estudo de caso. 2005. 87 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2005.

SILVA, L. A. G. C. **Biomassas presentes no estado de Tocantins.** 2007. Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados. Disponível em: <[http://apache.camara.gov.br/portal/arquivos/Camara/internet/publicacoes/estnottec/tema2/2007\\_9587\\_Sebastiao%20Bala%20Rocha\\_242.pdf](http://apache.camara.gov.br/portal/arquivos/Camara/internet/publicacoes/estnottec/tema2/2007_9587_Sebastiao%20Bala%20Rocha_242.pdf)>. Acesso em: 25 nov. 2008.

SILVA, R. G. da; LIMA, J. E. de. Valoração contingente do Parque “Chico Mendes”: uma aplicação probabilística do método referendun com *bidding games*. **Revista de Economia e Sociologia Rural – RESR**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 4, p. 685-708, out./dez. 2004.

SILVA, R. P. da. **Alometria, estoque e dinâmica da biomassa de florestas primárias e secundárias na região de Manaus (AM).** 2007. 89 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2007.

SILVA, S. M. da C. e; NASCIMENTO, J. L. do; NAVES, R. V. Produção da mangabeira (*Hancornia speciosa Gomez*) irrigada e adubada nas condições do estado de Goiás. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 22, n. 2, p. 43-51, 2006.

SILVEIRA, P. et al. O estado da arte na estimativa de biomassa e carbono em formações florestais. **Floresta**, v. 38, n. 1, p. 185-206, 2008.

SINIMBU, G. et al. Fitossociologia em Cerrado sentido restrito na floresta nacional de Brasília – DF. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre-RS, v. 5, n. 2, p. 1183-1185, jul. 2007.

SOARES, F. P. et al. Cultura da mangaba (*Hancornia speciosa Gomez*). **Boletim Agropecuário**, Lavras-MG, n. 67, p. 1-12, 2006.

SOBREIRA, A. E. G.; ADISSI, P. J. Agrotóxicos: falsas premissas e debates. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 8, n. 4, p. 33-42, 2003.

SOUSA, G. B. de; MOTA, J. A. Valoração econômica de áreas de recreação: o caso do Parque Metropolitano de Pituáçu, Salvador-BA. **Revista de Economia**, v. 32, n. 1, p. 37-55, jan./jun. 2006.

SOUSA, M. da C. S. de. **Bens públicos e externalidades**. 2008. Disponível em: <<http://www.unb.br/face/eco/inteco/textosnet/1parte/externalidades.pdf>>. Acesso em: 19 ago. 2008.

SOUZA, C. R. de; FAVARO, J. L. Questionamentos sobre a destinação final de embalagens vazias de agrotóxicos. **Revista Eletrônica Lato Sensu**, v. 2, n. 1, p. 1-34, 2007.

TEGTMEIER, E. M.; DUFFY, M. D. External Costs of Agricultural Production in the United States. **International Journal of Agriculture Sustainability**, v. 2, n. 1, p. 1-20, 2004.

THE TERRESTRIAL CARBON GROUP. **How to Include Terrestrial Carbon in Developing Nat Ions in the Overall Climate Change Solution**. 2008. Disponível em: <<http://www.terrestrialcarbon.org/default.aspx>>. Acesso em: 19 jun. 2010.

TILMAN, D. Global Environmental Impacts of Agricultural Expansion: The Need for Sustainable and Efficient Practices. **Proc. Natl. Acad. Sci. USA**, v. 96, p. 5995-6000, 1999.

TNC. The Nature Conservancy. **Cerrado**. 2008. Disponível em: <<http://www.nature.org/wherewework/southamerica/brasil/work/art8377.html>>. Acesso em: 5 dez. 2008.

TORRAS, M. The Total Economic Value of Amazonian Deforestation. **Ecological Economics**, v. 33, p. 283-297, 2000.

TYNDALL, J. Characterizing Pork Producer Demand for Shelterbelts to Mitigate Odor: An Iowa Case Study. **Agroforest Systems**, v. 77, p. 205-221, 2009.

UNSD. United Nations Division for Sustainable Development. **Environmental Management Accounting Procedures and Principles**. New York, 2001.

UNFCCC. Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima. **List of Annex I – Parties to the Convention**. 2010. Disponível em: <[http://unfccc.int/parties\\_and\\_observers/parties/annex\\_i/items/2774.php](http://unfccc.int/parties_and_observers/parties/annex_i/items/2774.php)>. Acesso em: 20 jul. 2010.

VALE, R. S. do. **Agrossilvicultura com eucalipto como alternativa para o desenvolvimento sustentável da zona da mata de Minas Gerais**. 2004. 115 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2004.

VELASCO, G. D. N.; HIGUCHI, N. Estimativa de seqüestro de carbono em mata ciliar: Projeto POMAR, São Paulo (SP). **Ambiência**, Guarapuava-PR, v. 5, n. 1, p. 135-141, 2008.

VERGÉ, X. P. C. et al. Greenhouse Gas Emissions from the Canadian Beef Industry. **Agricultural Systems**, v. 98, p. 126-134, 2008.

VIEIRA, A. H.; LOCATELLI, M.; MACEDO, R. de S. **Sistemas agroflorestais e a conservação do solo**. 2006. Disponível em: <<http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=322&pg=1&n=>>. Acesso em: 7 abr. 2010.

VOET, E. et al. Policy Review on Decoupling: Development of Indicators to Assess Decoupling of Economic Development and Environmental Pressure in the EU-25 and AC-3 Countries. **European Community**, p. 1-159, 2005.

WADT, P. G. S. **Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas**. Rio Branco-AC: Embrapa, 2003. p. 9-28. Documento 90.

WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas**. 2006. 389 f. Tese (Doutorado) – Departamento de Ecologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2006.

WEI, Y. et al. Valuing the Environmental Externalities of Oasis Farming in Left Banner, Alxa, China. **Ecological Economics**, v. 30, p. 1-7, 2010.

WERNER, V. **Análise econômica e experiência comparativa entre agricultura de precisão e tradicional**. 2007. 134 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2007.

WWF-BRASIL. **Projeto Águas do Cerrado: em defesa do "berço das águas" do Brasil**. 2006. Disponível em: <[http://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/meio\\_ambiente\\_brasil/educacao/educacao\\_acoes/aguas\\_cerrado/index.cfm](http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/meio_ambiente_brasil/educacao/educacao_acoes/aguas_cerrado/index.cfm)>. Acesso em: 1 dez. 2008.

\_\_\_\_\_. **Cerrado**. 2008. Disponível em:  
<[http://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/biomas/bioma\\_cerrado/](http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/biomas/bioma_cerrado/)>. Acesso em: 11 nov.  
2008.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman, 2001.

## Apêndice A – Levantamento dos dados para a análise com a atividade frutífera

Descrição	Medida	Qtde	V. Unit.	V. Total	Fonte
Área-base	ha	5			Delimitação da pesquisa
Galpão	m <sup>2</sup>	40	74,66	3.000	Conseleite-SC
Roçadeiras	un	2	1.500,00	3.000,00	Pesquisa de campo
Cavadeiras	un	4	20,00	80,00	Pesquisa de campo
Foice	un	2	15,00	30,00	Pesquisa de campo
Facas	un	10	20,00	200,00	Pesquisa de campo
Caixa de ferramentas	un	1	200,00	200,00	Pesquisa de campo
Balde	un	10	4,00	40,00	Pesquisa de campo
Caixas plásticas	un	150	15,00	2.250,00	Pesquisa de campo
Carrinho de mão	un	2	90,00	180,00	Pesquisa de campo
Custo das mudas de mangaba	ha	1390	2,00	2.780,00	Pesquisa de campo
Custo de reposição das mudas de mangaba	un	208,5	2,00	417,00	Pesquisa de campo
Custo das mudas de murici	ha	2.000	2,00	4.000,00	Pesquisa de campo
Custo de reposição das mudas de murici	un	300	2,00	600,00	Pesquisa de campo
Custos externos	ha	5	599,60	2.998,00	Referencial teórico
Mão de obra temporária (homem)	dia	4	50,00	200,00	Pesquisa de campo
Poço artesiano				1.200,00	Pesquisa de campo
Preparação do solo (máquina)	hora	5	240,00	1.200,00	Pesquisa de campo
Mão de obra perman. (salário e encargos 1 pessoa)	mês	13	949,27	12.340,51	Pesquisa de campo
Consumo de energia	kwh	500	0,23	115,00	Pesquisa de campo
Depreciação				706,00	Pesquisa de campo
Custo da terra	ha	5	300,00	1.500,00	Pesquisa de campo
Outros custos de manutenção				150,00	Pesquisa de campo
Combustíveis e lubrificantes				1.100,00	Pesquisa de campo
Produção de mangaba (média/ha) 2009/2010	kg	9.174	2,20	20.182,80	Pesquisa de campo
Produção de murici (média/ha) 2009/2010	kg	18.700	0,80	14.960,00	Pesquisa de campo
Produção média de carbono (4anos)	t/ha	3,02	33,50	101,07	Pesquisa de campo
Produção média de carbono (3anos)	t/ha	2,69	33,50	90,12	Pesquisa de campo



## Apêndice B – Levantamento dos dados para a análise com a pecuária leiteira

Descrição	Medida	Qtde	V. Unit.	V. Total	Fonte
Estábulo	m <sup>2</sup>	40	213,17	8.526,80	Conseleite-SC
Galpão	m <sup>2</sup>	50	74,66	3.733,00	Conseleite-SC
Triturador estacionário	un	1	1.246,89	1.246,89	Conseleite-SC
Motor elétrico	un	1	463,86	463,86	Conseleite-SC
Cercas permanentes	m	1.500	7,83	11.745,00	Conseleite-SC
Cerca elétrica	m	600	1,60	960,00	Conseleite-SC
Cochos	un	2	58,56	117,12	Conseleite-SC
Instalações hidráulicas	m	100	2,45	245,00	Conseleite-SC
Ordenhadeira com um conjunto	un	1	3.264,75	3.264,75	Conseleite-SC
Tarro plástico leite 20-30 litros	un	2	145,54	291,08	Conseleite-SC
Resfriador 300 litros	un	1	2.435,56	2.435,56	Conseleite-SC
Pulverizador costal manual 20 litros	un	1	209,62	209,62	Conseleite-SC
Carroça	un	1	1.000,00	1.000,00	Conseleite-SC
Latões 30 litros	un	2	116,51	233,02	Conseleite-SC
Plantel (novilhas holandesas prenhas)	un	16	4.000,00	64.000,00	www.mfrural.com.br
Preparação do solo (5/ha)	hora/maq	5	240,00	1.200,00	Pesquisa de campo
Sementes de braquiária (4/ha)	kg/ha (10)	40	3,00	120,00	www.mfrural.com.br/semencesagroboi.com.br
Plantio de pastagem	dia/homem	4	45,00	180,00	Pesquisa de campo
Plantio de cana (1/ha)	dia/homem	2	45,00	90,00	Pesquisa de campo
Sal comum 0,025 kg/dia x 365 dias	kg	183	0,52	94,90	Conseleite-SC
Sal mineral 0,01 kg/dia x 365 dias	kg	73	2,40	175,20	Conseleite-SC
Manutenção uréia (50 kg/ha)	kg	150	0,86	129,00	Conseleite-SC
Vacinas, medicamentos e assistência técnica				689,05	Conseleite-SC
Outras despesas operacionais				1.844,01	Conseleite-SC
Manutenção da infraestrutura				2.217,37	Conseleite-SC
Consumo de energia	kwh	1.080	0,23	248,40	Conseleite-SC
Alimentação do rebanho	un	16	260,91	4.174,56	Adaptado de RENNÓ et al (2008)
Inseminação artificial	un	20	90,00	1.800,00	Pesquisa de campo
Custo da terra	ha	5	300,00	1.500,00	Pesquisa de campo
Depreciação				1.960,94	Conseleite-SC
Mão de obra permanente (salário e encargos)	mês	13	949,27	12.340,51	Pesquisa de campo
Consumo de leite dos bezerros (litro/ano)	R\$	1.170	0,50	585,00	Adaptado de EPAGRI (2006)
Consumo de leite familiar (litro ano)	R\$	365	0,50	182,50	Pesquisa de campo
Consumo de ração novilhas (ano)	R\$	4	130,46	521,82	Arbitrado 50% em relação às vacas
Descarte de vacas a partir do 5 ano (2/ano)	R\$	2	856,80	1.713,60	Conseleite-SC
Vendas de bezerro (ano)	R\$	6	24,39	146,34	Conseleite-SC
Vendas de bezerras (ano)	R\$	5	195,08	975,40	Conseleite-SC
Produção de leite ano/vaca (305 dias)	litro/ano	6.100	0,50	3.050,00	Pesquisa de campo
Custos externos	ha	5		3.657,00	Referencial teórico
<b>Outros dados</b>					
Área-base	ha	5			Delimitação da pesquisa
Terreno utilizado com pastagens	ha	4			Adaptado de RENNÓ et al (2008)
Terreno utiliz. com silagem (cana-de-açúcar)	ha	1			Adaptado de RENNÓ et al (2008)
Nascimento de bezerros (as)	un	13			Pesquisa de campo
Vendas de bezerros (as)	un	11			Arbitrado

**Apêndice C – Medidas, fórmulas de cálculo, peso seco e fresco por planta, kg e tonelada de carbono por planta da mangaba**

Qtde	Circunferência da planta (cm)	Cálculo do DAP	Altura da planta (m)	DAP <sup>2</sup>	H x DAP <sup>2</sup>	Ln(DAP <sup>2</sup> * H)	Fórmula	Peso fresco por planta	Peso seco por planta	Carbono (kg) por planta	Toneladas de carbono por planta
1	45	14,32	2,10	205,18	430,87	6,07	4,06	57,85	28,93	14,46	0,014462932
2	26	8,28	2,45	68,49	167,81	5,12	2,98	19,78	9,89	4,95	0,004945491
3	37	11,78	2,65	138,71	367,58	5,91	3,88	48,28	24,14	12,07	0,01207091
4	26	8,28	2,70	68,49	184,93	5,22	3,10	22,09	11,05	5,52	0,005523704
5	42	13,37	2,70	178,73	482,57	6,18	4,19	65,82	32,91	16,45	0,016453809
6	47	14,96	2,70	223,82	604,31	6,40	4,44	85,02	42,51	21,25	0,02125425
7	36	11,46	2,80	131,31	367,67	5,91	3,88	48,30	24,15	12,07	0,012074508
8	30	9,55	2,90	91,19	264,45	5,58	3,50	33,19	16,60	8,30	0,008298431
9	44	14,01	2,90	196,16	568,86	6,34	4,37	79,36	39,68	19,84	0,019841126
10	21	6,68	3,05	44,68	136,28	4,91	2,75	15,61	7,81	3,90	0,003902684
11	24	7,64	3,05	58,36	178,00	5,18	3,05	21,16	10,58	5,29	0,005288751
12	26	8,28	3,05	68,49	208,90	5,34	3,23	25,38	12,69	6,35	0,006345585
13	24	7,64	3,15	58,36	183,84	5,21	3,09	21,95	10,97	5,49	0,005486524
14	28	8,91	3,15	79,44	250,22	5,52	3,44	31,17	15,58	7,79	0,007792345
15	30	9,55	3,20	91,19	291,81	5,68	3,61	37,13	18,56	9,28	0,009282132
16	33	10,50	3,20	110,34	353,08	5,87	3,83	46,12	23,06	11,53	0,011530749
17	35	11,14	3,20	124,12	397,18	5,98	3,97	52,73	26,37	13,18	0,013183133
18	35	11,14	3,20	124,12	397,18	5,98	3,97	52,73	26,37	13,18	0,013183133
19	34	10,82	3,40	117,13	398,23	5,99	3,97	52,89	26,45	13,22	0,013222943
20	55	17,51	3,40	306,50	1042,09	6,95	5,06	158,05	79,03	39,51	0,03951369
21	25	7,96	3,45	63,33	218,47	5,39	3,29	26,71	13,35	6,68	0,00667742
22	22	7,00	3,55	49,04	174,09	5,16	3,03	20,63	10,31	5,16	0,005156713
23	36	11,46	3,60	131,31	472,72	6,16	4,16	64,29	32,14	16,07	0,016072219
24	25	7,96	3,70	63,33	234,31	5,46	3,36	28,92	14,46	7,23	0,007230763
25	27	8,59	3,80	73,86	280,68	5,64	3,57	35,52	17,76	8,88	0,008880486
26	40	12,73	3,95	162,11	640,35	6,46	4,51	90,81	45,41	22,70	0,022702576
27	20	6,37	4,00	40,53	162,11	5,09	2,95	19,02	9,51	4,75	0,004754968
28	22	7,00	4,05	49,04	198,61	5,29	3,18	23,96	11,98	5,99	0,005990967
29	25	7,96	4,05	63,33	256,47	5,55	3,47	32,06	16,03	8,01	0,008014093
30	20	6,37	4,10	40,53	166,17	5,11	2,97	19,56	9,78	4,89	0,004890479
31	25	7,96	4,10	63,33	259,64	5,56	3,48	32,51	16,25	8,13	0,008126782
32	27	8,59	4,15	73,86	306,53	5,73	3,67	39,27	19,63	9,82	0,009817067
33	25	7,96	4,35	63,33	275,47	5,62	3,55	34,77	17,39	8,69	0,008693033
34	20	6,37	4,40	40,53	178,33	5,18	3,05	21,20	10,60	5,30	0,005299715
35	27	8,59	4,45	73,86	328,69	5,80	3,75	42,51	21,26	10,63	0,010628616
36	31	9,87	4,55	97,37	443,03	6,09	4,09	59,71	29,86	14,93	0,014928469
37	23	7,32	4,70	53,60	251,91	5,53	3,45	31,41	15,70	7,85	0,007852339
38	28	8,91	4,95	79,44	393,21	5,97	3,95	52,13	26,07	13,03	0,013033213
<b>Média</b>	<b>30,16</b>	<b>9,60</b>	<b>3,50</b>	<b>99,12</b>	<b>329,39</b>	<b>5,69</b>	<b>3,63</b>	<b>43,41</b>	<b>21,71</b>	<b>10,85</b>	<b>0,0108528</b>

**Apêndice D – Medidas, fórmulas de cálculo, peso seco e fresco por planta, kg e tonelada de carbono por planta do murici**

Qtde	Circunferência da planta (cm)	Cálculo do DAP	Altura da planta (m)	DAP <sup>2</sup>	H x DAP <sup>2</sup>	Ln(DAP <sup>2</sup> *H)	Fórmula	Peso fresco por planta	Peso seco por planta	Carbono (kg) por planta	Toneladas de carbono por planta
1	26	8,28	2,0	68,49	136,99	4,92	2,75	15,70	7,85	3,93	0,0039256
2	20	6,37	2,1	40,53	85,11	4,44	2,21	9,14	4,57	2,28	0,002284
3	18	5,73	2,3	32,83	73,86	4,30	2,05	7,78	3,89	1,94	0,0019438
4	26	8,28	2,3	68,49	157,53	5,06	2,91	18,41	9,20	4,60	0,0046024
5	26	8,28	2,3	68,49	157,53	5,06	2,91	18,41	9,20	4,60	0,0046024
6	22	7,00	2,3	49,04	112,79	4,73	2,53	12,59	6,29	3,15	0,0031467
7	22	7,00	2,3	49,04	112,79	4,73	2,53	12,59	6,29	3,15	0,0031467
8	32	10,19	2,4	103,75	249,01	5,52	3,43	31,00	15,50	7,75	0,0077493
9	24	7,64	2,5	58,36	145,90	4,98	2,83	16,87	8,44	4,22	0,0042177
10	31	9,87	2,6	97,37	253,16	5,53	3,45	31,59	15,79	7,90	0,0078966
11	32	10,19	2,8	103,75	290,51	5,67	3,61	36,94	18,47	9,24	0,0092352
12	31	9,87	2,8	97,37	272,64	5,61	3,54	34,37	17,18	8,59	0,0085914
13	28	8,91	2,8	79,44	222,42	5,40	3,31	27,26	13,63	6,81	0,0068149
14	27	8,59	2,8	73,86	206,82	5,33	3,22	25,09	12,55	6,27	0,0062735
15	25	7,96	2,9	63,33	183,64	5,21	3,09	21,92	10,96	5,48	0,005480
16	20	6,37	2,95	40,53	119,56	4,78	2,60	13,45	6,72	3,36	0,0033625
17	21	6,68	3,00	44,68	134,05	4,90	2,73	15,32	7,66	3,83	0,00383
18	25	7,96	3,05	63,33	193,14	5,26	3,14	23,21	11,61	5,80	0,0058037
19	31	9,87	3,10	97,37	301,85	5,71	3,65	38,59	19,29	9,65	0,0096465
20	25	7,96	3,15	63,33	199,48	5,30	3,18	24,08	12,04	6,02	0,0060207
21	23	7,32	3,20	53,60	171,52	5,14	3,01	20,28	10,14	5,07	0,0050701
22	26	8,28	3,25	68,49	222,60	5,41	3,31	27,28	13,64	6,82	0,0068212
23	26	8,28	3,30	68,49	226,03	5,42	3,32	27,76	13,88	6,94	0,0069408
24	23	7,32	3,35	53,60	179,56	5,19	3,06	21,37	10,68	5,34	0,0053414
25	31	9,87	3,45	97,37	335,93	5,82	3,77	43,58	21,79	10,90	0,0108952
26	31	9,87	3,50	97,37	340,79	5,83	3,79	44,30	22,15	11,08	0,0110751
27	25	7,96	3,60	63,33	227,97	5,43	3,33	28,04	14,02	7,01	0,0070088
28	24	7,64	3,60	58,36	210,10	5,35	3,24	25,55	12,77	6,39	0,0063869
29	40	12,73	3,95	162,11	640,35	6,46	4,51	90,81	45,41	22,70	0,0227026
30	29	9,23	4,05	85,21	345,11	5,84	3,81	44,94	22,47	11,23	0,0112347
<b>Média</b>	<b>26,33</b>	<b>8,38</b>	<b>2,92</b>	<b>72,38</b>	<b>216,96</b>	<b>5,28</b>	<b>3,16</b>	<b>26,94</b>	<b>13,47</b>	<b>6,74</b>	<b>0,006735</b>

**Apêndice E – Demonstração do resultado da produção de mangaba SEM os créditos de carbono e os custos externos**

Anos	Inicial	1	2	3	4	5 ...	10
<b>ENTRADAS</b>							
Receitas de vendas (5 ha)					100.914	100.914	100.914
<b>TOTAL DE ENTRADAS</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>100.914</b>	<b>100.914</b>	<b>100.914</b>
<b>SAÍDAS</b>							
Mão de obra permanente		12.341	12.341	12.341	12.341	12.341	12.341
Energia elétrica		115	115	115	115	115	115
Depreciação*		706	706	706	706	706	706
Custo da terra		1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
Outros custos de manutenção		150	150	150	150	150	150
Combustíveis e lubrificantes		1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100
Mão de obra temporária*	200				250	250	250
Instal. máquinas e ferramentas	8.980						
Poço artesiano	1.200						
Preparação do solo	1.200						
Mudas	2.780						
Reposição de mudas	417						
<b>TOTAL DE SAÍDAS (5 ha)</b>	<b>14.777</b>	<b>15.912</b>	<b>15.912</b>	<b>15.912</b>	<b>16.162</b>	<b>16.162</b>	<b>16.162</b>
<b>Custo/ha</b>	<b>2.955</b>	<b>3.182</b>	<b>3.182</b>	<b>3.182</b>	<b>3.232</b>	<b>3.232</b>	<b>3.232</b>
<b>Receitas/ha</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>20.183</b>	<b>20.183</b>	<b>20.183</b>
<b>Lucro operacional/ha</b>	<b>- 2.955</b>	<b>- 3.182</b>	<b>- 3.182</b>	<b>-3.182</b>	<b>16.950</b>	<b>16.950</b>	<b>16.950</b>

Nota: \*Valor excluído das análises de fluxos de caixa.

**Apêndice F – Demonstração do resultado do cultivo de mangaba COM os créditos de carbono (CERs) e os custos externos (CEs)**

Anos	Inicial	1	2	3	4	5...	10
<b>ENTRADAS</b>							
Receitas com vendas (5 ha)					100.914	100.914	100.914
<b>Receitas de créditos de carbono</b>					<b>505</b>	<b>505</b>	<b>505</b>
<b>TOTAL DAS RECEITAS</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>101.419</b>	<b>101.419</b>	<b>101.419</b>
<b>SAÍDAS</b>							
Mão de obra permanente		12.341	12.341	12.341	12.341	12.341	12.341
Energia elétrica		115	115	115	115	115	115
Depreciação*		706	706	706	706	706	706
Custo da terra		1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
Outros custos de manutenção		150	150	150	150	150	150
Combustíveis e lubrificantes		1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100
Mão de obra temporária	200				250	250	250
Inst. máquinas e ferramentas	8.980						
Poço artesiano	1.200						
Preparação do solo	1.200						
Mudas	2.780						
Reposição de mudas	417						
<b>Custos externos</b>	<b>2.998</b>	<b>2.998</b>	<b>2.998</b>	<b>2.998</b>	<b>2.998</b>	<b>2.998</b>	<b>2.998</b>
<b>TOTAL DE SAÍDAS (5 ha)</b>	<b>17.775</b>	<b>18.909</b>	<b>18.909</b>	<b>18.909</b>	<b>19.159</b>	<b>19.159</b>	<b>19.159</b>
<b>Custo/ha</b>	<b>3.555</b>	<b>3.782</b>	<b>3.782</b>	<b>3.782</b>	<b>3.832</b>	<b>3.832</b>	<b>3.832</b>
<b>Receitas/ha</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>20.284</b>	<b>20.284</b>	<b>20.284</b>
<b>Lucro operacional /ha</b>	<b>-3.555</b>	<b>-3.782</b>	<b>-3.782</b>	<b>-3.782</b>	<b>16.452</b>	<b>16.452</b>	<b>16.452</b>

Nota: \*Valor excluído das análise de fluxos de caixa.

**Apêndice G – Demonstração do resultado do cultivo de murici SEM os créditos de carbono (CERs) e os custos externos (CEs)**

Anos	Inicial	1	2	3	4	5...	10
<b>ENTRADAS</b>							
Receitas com vendas (5 ha)				74.800	74.800	74.800	74.800
<b>TOTAL DAS RECEITAS</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>74.800</b>	<b>74.800</b>	<b>74.800</b>	<b>74.800</b>
<b>SAÍDAS</b>							
Mão de obra permanente		12.341	12.341	12.341	12.341	12.341	12.341
Energia elétrica		115	115	115	115	115	115
Depreciação*		706	706	706	706	706	706
Custo da terra		1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
Outros custos de manutenção		150	150	150	150	150	150
Combustíveis e lubrificantes		1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100
Mão de obra temporária	200			250	250	250	250
Instalações máquinas e ferramentas	8.980						
Poço artesiano	1.200						
Preparação do solo	1.200						
Mudas	4.000						
Reposição de mudas	400						
<b>TOTAL DE SAÍDAS (5 ha)</b>	<b>15.980</b>	<b>15.912</b>	<b>15.912</b>	<b>16.162</b>	<b>16.162</b>	<b>16.162</b>	<b>16.162</b>
<b>Custo/ha</b>	<b>3.196</b>	<b>3.182</b>	<b>3.182</b>	<b>3.232</b>	<b>3.232</b>	<b>3.232</b>	<b>3.232</b>
<b>Receitas/ha</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>14.960</b>	<b>14.960</b>	<b>14.960</b>	<b>14.960</b>
<b>Lucro operacional/ha</b>	<b>-3.196</b>	<b>- 3.182</b>	<b>- 3.182</b>	<b>11.728</b>	<b>11.728</b>	<b>11.728</b>	<b>11.728</b>

Nota: \*Valor excluído das análise de fluxos de caixa.

**Apêndice H – Demonstração do resultado do cultivo de murici COM os créditos de carbono (CERs) e os custos externos (CEs)**

	Inicial	1	2	3	4	10
<b>ENTRADAS</b>						
Receitas com vendas de mangaba (5 ha)				74.800	74.800	74.800
<b>Receitas de créditos de carbono</b>				<b>450,60</b>	<b>450,60</b>	<b>450,60</b>
<b>TOTAL DAS RECEITAS</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>75.251</b>	<b>75.251</b>	<b>75.251</b>
<b>SAÍDAS</b>						
Mão de obra permanente		12.341	12.341	12.341	12.341	12.341
Energia elétrica		115	115	115	115	115
Depreciação*		706	706	706	706	706
Custo da terra		1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
Outros custos de manutenção		150	150	150	150	150
Combustíveis e lubrificantes		1.100	1.100	1.100	1.100	1.100
Mão de obra temporária	200			250	250	250
Instalações máquinas e ferramentas	8.980					
Poço artesiano	1.200					
Preparação do solo	1.200					
Mudas	4.000					
Reposição de mudas	400					
<b>Custos externos</b>	<b>2.998</b>	<b>2.998</b>	<b>2.998</b>	<b>2.998</b>	<b>2.998</b>	<b>2.998</b>
<b>TOTAL DE SAÍDAS (5 ha)</b>	<b>18.978</b>	<b>18.909</b>	<b>18.909</b>	<b>19.159</b>	<b>19.159</b>	<b>19.159</b>
<b>Custo/ha</b>	<b>3.796</b>	<b>3.782</b>	<b>3.782</b>	<b>3.832</b>	<b>3.832</b>	<b>3.832</b>
<b>Receitas/ha</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>15.050</b>	<b>15.050</b>	<b>15.050</b>
<b>Lucro operacional/ha</b>	<b>- 3.796</b>	<b>- 3.782</b>	<b>-3.782</b>	<b>11.218</b>	<b>11.218</b>	<b>11.218</b>

Nota: \*Valor excluído das análises de fluxos de caixa.

**Apêndice I – Demonstração do resultado da pecuária leiteira SEM os custos externos (CEs)**

Anos	Inicial	1	2	3	4	5...	10
<b>ENTRADAS (5 ha)</b>							
Receita com a venda de leite		48.800	48.800	48.800	48.800	48.800	48.800
Descarte de bezerros(as)			1.122	1.122	1.122	1.122	1.122
Descarte de vacas						1.714	1.714
<b>TOTAL DE ENTRADAS</b>		<b>48.800</b>	<b>49.922</b>	<b>49.922</b>	<b>49.922</b>	<b>51.635</b>	<b>51.635</b>
<b>SAÍDAS</b>							
Mão de obra permanente		12.341	12.341	12.341	12.341	12.341	12.341
Energia elétrica		248	248	248	248	248	248
Depreciação*		1.961	1.961	1.961	1.961	1.961	1.961
Inseminação artificial		1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800
Custo da terra		1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
Alimentação do rebanho		4.175	4.175	4.175	4.175	4.175	4.175
Sal comum 025 kg/dia x 365 dias		95	95	95	95	95	95
Sal mineral 0,01 kg/dia x 365 dias		175	175	175	175	175	175
Manutenção ureia (50 kg/ha)		129	129	129	129	129	129
Vac. medic. e assist. técnica		689	689	689	689	689	689
Consumo de leite (bezerros)		585	585	585	585	585	585
Consumo de leite familiar		183	183	183	183	183	183
Consumo de ração (novilhas)			522	522	522	522	522
Outras despesas operacionais		1.844	1.844	1.844	1.844	1.844	1.844
Manutenção da infraestrutura		2.217	2.217	2.217	2.217	2.217	2.217
Preparação do solo	1.200						
Sementes de pastagem	120						
Plantio de pastagem	180						
Plantio de cana	90						
Plantel (20 novilhas)	64.000						
Ração	4.176						
Infraestrutura	34.472						
<b>TOTAL DE SAÍDAS (5 ha)</b>	<b>104.238</b>	<b>27.941</b>	<b>28.463</b>	<b>28.463</b>	<b>28.463</b>	<b>28.463</b>	<b>28.463</b>
Investimento inicial/ha	20.848						
Receitas/hectare		9.760	9.984	9.984	9.984	10.327	10.327
Custos de manutenção/hectare		5.588	5.693	5.693	5.693	5.693	5.693
<b>Lucro operacional/ha</b>		<b>4.172</b>	<b>4.292</b>	<b>4.292</b>	<b>4.292</b>	<b>4.634</b>	<b>4.634</b>

Nota: \* Valor incluído na demonstração e excluído do fluxo de caixa.



**Apêndice J – Demonstração do resultado da pecuária leiteira COM os custos externos (CEs)**

Anos	Inicial	1	2	3	4	5...	10
<b>ENTRADAS</b>							
Receita com a venda de leite		48.800	48.800	48.800	48.800	48.800	48.800
Descarte de bezerros(as)			1.122	1.122	1.122	1.122	1.122
Descarte de vacas						1.714	1.714
<b>T. DE ENTRADAS (5 ha)</b>		<b>48.800</b>	<b>49.922</b>	<b>49.922</b>	<b>49.922</b>	<b>51.635</b>	<b>51.635</b>
<b>SAÍDAS</b>							
Mão de obra permanente		12.341	12.341	12.341	12.341	12.341	12.341
Energia elétrica		248	248	248	248	248	248
Depreciação		1.961	1.961	1.961	1.961	1.961	1.961
Inseminação artificial		1.800	1.800	1.800	1.800	1.800	1.800
Custo da terra		1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
Alimentação do rebanho		4.175	4.175	4.175	4.175	4.175	4.175
Sal com. 0,025 kg/dia x 365 dias		95	95	95	95	95	95
Sal min. 0,01 kg/dia x 365 dias		175	175	175	175	175	175
Manut. ureia (50 kg/ha)		129	129	129	129	129	129
Vac. med. e assistência técnica		689	689	689	689	689	689
Consumo de leite (bezerros)		585	585	585	585	585	585
Consumo de leite familiar		183	183	183	183	183	183
Consumo de ração (novilhas)			522	522	522	522	522
Outras despesas operacionais		1.844	1.844	1.844	1.844	1.844	1.844
Manutenção da infraestrutura		2.217	2.217	2.217	2.217	2.217	2.217
Preparação do solo	1.200						
Sementes de pastagem	120						
Plantio de pastagem	180						
Plantio de cana	90						
Plantel (20 novilhas)	64.000						
Ração	4.176						
Infraestrutura	34.472						
<b>Custos externos (CE)</b>	<b>3.657</b>	<b>3.657</b>	<b>3.657</b>	<b>3.657</b>	<b>3.657</b>	<b>3.657</b>	<b>3.657</b>
<b>TOTAL DE SAÍDAS</b>	107.895	31.599	32.121	32.120	32.120	32.120	32.120
Investimento inicial/ha	20.848						
Receitas/hectare		9.760	9.984	9.984	9.984	10.327	10.327
Custos de manut./ha		6.320	6.424	6.424	6.424	6.424	6.424
<b>Lucro operacional/ha</b>	- 20.848	3.440	3.560	3.560	3.560	3.903	3.903

**Apêndice K – Fluxo de caixa da mangaba SEM os créditos de carbono e os custos externos**

TMA 9%							
Anos	Custos R\$/ha		Receitas R\$/ha		Fluxo de caixa R\$/ha		
	Corrente	Atualizado	Corrente	Atualizado	Corrente	Atualizado	Acumulado
Inicial	2.955	2.955			-2.955	-2.955	-2.955
1	3.041	2.790			-3.041	-2.790	-5.745
2	3.041	2.560			-3.041	-2.560	-8.305
3	3.041	2.348			-3.041	-2.348	-10.653
4	3.091	2.190	20.183	14.298	17.092	12.108	1.455
5	3.091	2.009	20.183	13.118	17.092	11.109	12.563
6	3.091	1.843	20.183	12.034	17.092	10.191	22.755
7	3.091	1.691	20.183	11.041	17.092	9.350	32.105
8	3.091	1.551	20.183	10.129	17.092	8.578	40.683
9	3.091	1.423	20.183	9.293	17.092	7.870	48.552
10	3.091	1.306	20.183	8.526	17.092	7.220	55.772
Total	33.716	22.666	141.281	78.438			
						VPL	55.772
						TIR	59,51%
						ACB	4,19
						Payback	3,88

**Apêndice L – Fluxo de caixa da mangaba COM os créditos de carbono e os custos externos**

					TMA 9%		
Anos	Custos R\$/ha		Receitas R\$/ha		Fluxo de caixa R\$/ha		
	Corrente	Atualizado	Corrente	Atualizado	Corrente	Atualizado	Acumulado
Inicial	3.555	3.555			-3.555	-3.555	-3.555
1	3.641	3.340			-3.641	-3.340	-6.895
2	3.641	3.064			-3.641	-3.064	-9.959
3	3.641	2.811			-3.641	-2.811	-12.771
4	3.691	2.615	20.284	14.370	16.593	11.755	-1.015
5	3.691	2.399	20.284	13.183	16.593	10.785	9.769
6	3.691	2.201	20.284	12.095	16.593	9.894	19.663
7	3.691	2.019	20.284	11.096	16.593	9.077	28.740
8	3.691	1.852	20.284	10.180	16.593	8.327	37.067
9	3.691	1.699	20.284	9.339	16.593	7.640	44.707
10	3.691	1.559	20.284	8.568	16.593	7.009	51.716
Total	40.313	27.115	141.988	78.831			
						VPL	51.716
						TIR	52,15%
						ACB	3,52
						<i>Payback</i>	4,09

**Apêndice M – Fluxo de caixa do murici SEM os créditos de carbono e os custos externos**

TMA 9%							
Anos	Custos R\$/ha		Receitas R\$/ha		Fluxo de caixa R\$/ha		
	Corrente	Atualizado	Corrente	Atualizado	Corrente	Atualizado	Acumulado
Inicial	3.196	3.196			-3.196	-3.196	-3.196
1	3.041	2.790			-3.041	-2.790	-5.986
2	3.041	2.560			-3.041	-2.560	-8.546
3	3.091	2.387	14.960	11.552	11.869	9.165	619
4	3.091	2.190	14.960	10.598	11.869	8.408	9.028
5	3.091	2.009	14.960	9.723	11.869	7.714	16.742
6	3.091	1.843	14.960	8.920	11.869	7.077	23.819
7	3.091	1.691	14.960	8.184	11.869	6.493	30.311
8	3.091	1.551	14.960	7.508	11.869	5.957	36.268
9	3.091	1.423	14.960	6.888	11.869	5.465	41.733
10	3.091	1.306	14.960	6.319	11.869	5.014	46.746
Total	34.007	22.945	119.680	69.692	85.673	46.746	
						VPL	46.746
						TIR	68,02%
						ACB	3,52
						<i>Payback</i>	2,83

**Apêndice N – Fluxo de caixa do murici COM os créditos de carbono e os custos  
externos**

TMA 9%							
Anos	Custos R\$/ha		Receitas R\$/ha		Fluxo de caixa R\$/ha		
	Corrente	Atualizado	Corrente	Atualizado	Corrente	Atualizado	Acumulado
Inicial	3.796	3.796			-3.796	-3.796	-3.796
1	3.641	3.340			-3.641	-3.340	-7.136
2	3.641	3.064			-3.641	-3.064	-10.200
3	3.691	2.850	15.050	11.621	11.359	8.771	-1.428
4	3.691	2.615	15.050	10.662	11.359	8.047	6.619
5	3.691	2.399	15.050	9.781	11.359	7.383	14.002
6	3.691	2.201	15.050	8.974	11.359	6.773	20.775
7	3.691	2.019	15.050	8.233	11.359	6.214	26.988
8	3.691	1.852	15.050	7.553	11.359	5.701	32.689
9	3.691	1.699	15.050	6.929	11.359	5.230	37.919
10	3.691	1.559	15.050	6.357	11.359	4.798	42.717
Total	40.604	27.394	120.400	70.111			
						VPL	42.717
						TIR	58,46%
						ACB	2,97
						Payback	2,93

### Apêndice O – Fluxo de caixa da pecuária leiteira cenário 1 SEM os custos externos

TMA 9%							
Anos	Custos R\$/ha		Receitas R\$/ha		Fluxo de caixa R\$/ha		
	Corrente	Atualizado	Corrente	Atualizado	Corrente	Atualizado	Acumulado
Inicial	20.848	20.848			-20.848	-20.848	-20.848
1	5.196	4.767	9.760	8.954	4.564	4.187	-16.660
2	5.301	4.461	9.984	8.404	4.684	3.942	-12.718
3	5.300	4.093	9.984	7.710	4.684	3.617	-9.101
4	5.300	3.755	9.984	7.073	4.684	3.318	-5.783
5	5.300	3.445	10.327	6.712	5.027	3.267	-2.516
6	5.300	3.160	10.327	6.158	5.027	2.997	481
7	5.300	2.899	10.327	5.649	5.027	2.750	3.231
8	5.300	2.660	10.327	5.183	5.027	2.523	5.754
9	5.300	2.440	10.327	4.755	5.027	2.315	8.069
10	5.300	2.239	10.327	4.362	5.027	2.123	10.192
Total	73.746	54.767	101.675	64.959			
						VPL	10.192
						TIR	18,94%
						ACB	1,38
						<i>Payback</i>	5,74

### Apêndice P – Fluxo de caixa da pecuária leiteira cenário 2 COM os custos externos

TMA 9%							
Anos	Custos R\$/ha		Receitas R\$/ha		Fluxo de caixa R\$/ha		
	Corrente	Atualizado	Corrente	Atualizado	Corrente	Atualizado	Acumulado
Inicial	21.579	21.579			-21.579	-21.579	-21.579
1	5.928	5.438	9.760	8.954	3.833	3.516	-18.063
2	6.032	5.077	9.984	8.404	3.952	3.327	-14.736
3	6.032	4.658	9.984	7.710	3.952	3.052	-11.684
4	6.032	4.273	9.984	7.073	3.952	2.800	-8.884
5	6.032	3.920	10.327	6.712	4.295	2.791	-6.093
6	6.032	3.597	10.327	6.158	4.295	2.561	-3.532
7	6.032	3.300	10.327	5.649	4.295	2.350	- 1.182
8	6.032	3.027	10.327	5.183	4.295	2.156	973
9	6.032	2.777	10.327	4.755	4.295	1.978	2.951
10	6.032	2.548	10.327	4.362	4.295	1.814	4.765
Total	81.794,44	60.194	101.675	64.959			
						VPL	4.765
						TIR	13,68%
						ACB	1,24
						Payback	7,18

### Anexo A – Países-membros do Anexo I (OECD)

Alemanha	Islândia
Austrália	Itália
Áustria	Japão
Belarus	Letônia
Bélgica	Liechtenstein
Bulgária	Lituânia
Canadá	Luxemburgo
Comunidade Europeia	Mônaco
Croácia	Noruega
Dinamarca	Nova Zelândia
Eslováquia	Países Baixos
Eslovênia	Polônia
Espanha	Portugal
Estados Unidos da América	Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte
Estônia	República Tcheca
Federação Russa	Romênia
Finlândia	Suécia
França	Suíça
Grécia	Turquia
Hungria	Ucrânia
Irlanda	

Fonte: Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC, 2010).