

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO EM DIREITO AMBIENTAL E POLÍTICAS PÚBLICAS

WANDER DA CONCEIÇÃO SILVA

VIABILIDADE ECONÔMICA DO PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS NO ESTADO DO AMAPÁ UTILIZANDO ANÁLISE DE RISCO

WANDER DA CONCEIÇÃO SILVA

VIABILIDADE ECONÔMICA DO PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS NO ESTADO DO AMAPÁ UTILIZANDO ANÁLISE DE RISCO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Direito Ambiental e Políticas Públicas da Universidade Federal do Amapá para a obtenção do Título de Mestre em Direito Ambiental e Políticas Públicas.

Professor Orientador: Prof. Dr. Alan Cavalcanti da Cunha

Linha de Pesquisa: Meio Ambiente e Políticas Públicas

Macapá-AP

SILVA, Wander da Conceição

S586v

Viabilidade econômica do Pagamento por Serviços Ambientais no Estado do Amapá utilizando análise de risco / Wander da Conceição Silva. — Macapá: UNIFAP, 2011

106 f. : il. ; 29 cm

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Direito Ambiental e Políticas Públicas, Universidade Federal do Amapá, 2011

Orientador: Alan Cavalcanti da Cunha

1. Meio ambiente – Amapá. 2. Uso da terra. 3. Agricultura familiar. 4. Viabilidade econômica. 5. Serviços ambientais – pagamento. 6. REDD+. 7. Simulação de Monte Carlo. 8. Análise de Risco I. Título.

CDD 22.ed. 304.2098116

WANDER DA CONCEIÇÃO SILVA

VIABILIDADE ECONÔMICA DO PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS NO ESTADO DO AMAPÁ UTILIZANDO ANÁLISE DE RISCO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Direito Ambiental e Políticas Públicas da Universidade Federal do Amapá para a obtenção do Título de Mestre em Direito Ambiental e Políticas Públicas.

Data: 07/04/2011

Banca Examinadora

Orientador:	
Prof. Dr. Alan Cavalcanti da Cunha	
Assinatura:	
Membro da Banca Examinadora:	
Prof. Dra. Daguinete Maria Chaves Brito	
Assinatura:	
Membro da Banca Examinadora:	
Prof. Dra. Helenilza Ferreira Albuquerque Cunha	
Assinatura:	
Membro da Banca Examinadora:	
Prof. Dr. Antônio César Pinho Brasil Júnior	
A ccinatura:	

Ao meu querido filho Wender pelo tempo que precisei renunciar de viver momentos agradáveis de sua companhia e de suas brincadeiras para elaboração deste.

AGRADECIMENTOS

A Deus por conceder-me saúde, força de vontade e disciplina para vencer todas as dificuldades e desafios.

Aos meus pais Walter e Joana pela disponibilidade e apoio que sempre deram aos meus estudos e por acreditarem sempre no meu sucesso.

A minha esposa Ana Maria Pantoja pela paciência e compreensão de minhas ausências, mesmo em nossa casa quando isolado no escritório.

Aos irmãos Walter Jr. e Ulisses pelos momentos de descontração nos encontros familiares.

Ao orientador e amigo prof. Dr. Alan Cavalcanti da Cunha por acreditar que o desenvolvimento da pesquisa pode contribuir de maneira significativa para o desenvolvimento do Estado do Amapá e que desde o início da orientação sempre acreditou em meu potencial, pela motivação e principalmente, na medida do possível, pelo respeito ao meu tempo. Em certos momentos parecia adivinhar quando do término de uma atividade.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Direito Ambiental e Políticas Públicas.

A todos os colegas do mestrado da Turma 2008 em especial a Paulo Figueira por ceder importantes materiais para esta pesquisa, aos queridos amigos Ladilson Moita, Camila Ilário, Helisia Góes e Luiz Laboissiere em que dividimos experiências, atividades e muitos momentos agradáveis e divertidos.

A querida Neura pela dedicação e apoio incondicional, uma verdadeira mãe aos mestrandos do PPGDAPP.

RESUMO

O presente trabalho analisou o mecanismo de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) como estratégia econômica de políticas de uso da terra no Estado do Amapá. Para executar esta análise foi necessário criar um modelo utilizando Simulação de Monte Carlo (SMC) no software @RISK que foi aplicado a três sistemas de uso da terra no Estado do Amapá. O cultivo e extração de açaí para produção de frutos em área de várzea; o plantio de mandioca para produção de farinha em área de terra firme e a cria extensiva de búfalos de corte em área de campos inundáveis. As variáveis de entrada do modelo foram os custos e receitas dos referidos sistemas de uso da terra. As variáveis de saída foram representadas pelos indicadores financeiros Valor Presente Líquido (VPL), Valor Anual Equivalente (VAE), Taxa Interna de Retorno (TIR) e razão e Benefício-Custo (B/C). As simulações foram realizadas para um horizonte de tempo de doze anos às taxas de 6%, 8% e 10% a.a., que representam os cenários: otimista, mais provável e pessimista respectivamente. Os resultados indicaram que os três sistemas analisados são viáveis economicamente, sendo que o sistema de cultivo e extração de açaí para produção de frutos em área de várzea apresentou a melhor rentabilidade e baixo risco. A cria extensiva de búfalos de corte em área de campos inundáveis apresentou boa rentabilidade e baixo risco e o plantio de mandioca para produção de farinha em área de terra firme, a menor rentabilidade e médio risco. Em seguida foi calculado o preço mínimo estimado da tonelada de carbono para compensar o custo de oportunidade de cada sistema analisado. O cálculo da compensação ficou limitado aos municípios de Mazagão, Oiapoque e Cutias, pois estes apresentaram no ano de 2009 a maior produção de frutos de açaí em área de várzea, a maior área plantada de raízes de mandioca em área de terra firme e o maior rebanho bubalino em campos inundáveis respectivamente. As áreas de florestas consideradas para o cálculo da compensação foram às de matas e/ou florestas naturais não destinadas a Área de Preservação Permanente (APP) ou Reserva Legal (RL) utilizadas pela agricultura e empreendimentos familiares no Estado do Amapá.

Palavras-chave: Uso da terra. Agricultura familiar. Viabilidade econômica. Pagamento por Serviços Ambientais. REDD+. Simulação de Monte Carlo. Análise de risco.

ABSTRACT

This study examined the mechanism of Payment for Environmental Services (PES) as a strategy of economic policies of land use in the State of Amapá. To perform this analysis was necessary to create a model using Monte Carlo Simulation (MCS) in the @RISK software that was applied to three systems of land use in the State of Amapá. The cultivation and extraction of açaí fruit yield in the low land, planting cassava for the production of flour in the land division and creates extensive cutting of buffalo in an area flooded fields. The input variables of the model were the costs and revenues of those systems of land use. The output variables were represented by financial indicators Net Present Value (NPV), Equivalent Annual Value (EAV), Internal Rate of Return (IRR) and reason and Benefit-Cost Ratio (B / C). The simulations were performed for a time horizon of twelve years at rates of 6%, 8% and 10%, representing the scenarios: optimistic, most likely and pessimistic respectively. The results indicated that the three analyzed systems are economically viable, and the system of cultivation and extraction of açaí fruit yield in the lowland area showed the best profitability and low risk. The buffalo creates extensive cutting in an area of flooded fields showed good profitability and low risk and the planting of cassava flour for the production of the land division, the lowest average profitability and risk. Then we calculated the minimum estimated price per ton of carbon to offset the opportunity cost of each system analyzed. The calculation of compensation was limited to the municipalities of Mazagão, Oiapoque and Cutias, as they had in 2009 the highest yield of açaí in the low land, the largest planted area of cassava roots in the land division and the largest herd buffalo's flooded plains, respectively. The forest areas considered for the calculation of compensation were to forests and / or natural forests than for Permanent Preservation Area (PPA) or the Legal Reserve (LR) used for agriculture and family businesses in the state of Amapá.

Keywords: Land use. Agriculture family. Economic viability. Payment for Environmental Services. REDD+. Monte Carlo Simulation. Risk analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Principais etapas para elaboração das análises da viabilidade econômica e da compensação do custo de oportunidade, utilizando Simulação de Monte Carlo para três sistemas de uso da terra no Estado do Amapá	45
Figura 2 - Distribuição das três grandes unidades de paisagens e divisão municipal no Estado do Amapá	47
Figura 3 - Distribuição das áreas de natureza inundável do Estado do Amapá	49
Figura 4 – Módulos definidos para a Floresta Estadual do Amapá	56
Figura 5 - Lucro líquido estimado por hectare para o cultivo e extração de açaí para produção de frutos em área de várzea	60
Figura 6 - Lucro líquido estimado por hectare para o plantio de mandioca para produção de farinha em área de terra firme	62
Figura 7 - Lucro líquido estimado por hectare para cria extensiva de búfalos de corte em áreas de campos inundáveis no Estado do Amapá	64
Figura 8 - Distribuição triangular da variável de entrada custo no preparo da área no valor de R\$ 15,94, extraída do fluxo de caixa cultivo e extração de açaí para produção de frutos em área de várzea.	69
Figura 9 - Lucro líquido estimado por hectare para o cultivo e extração de açaí para produção de frutos em área de várzea após aplicação da distribuição triangular às variáveis de entrada receitas e custos de produção	70
Figura 10 - Lucro líquido estimado por hectare para o plantio de mandioca para produção de farinha em área de terra firme após aplicação da distribuição triangular às variáveis de entrada receitas e custos de produção	70
Figura 11 - Lucro líquido estimado por hectare para cria extensiva de búfalos de corte em áreas de campos inundáveis no Estado do Amapá após aplicação da distribuição triangular às variáveis de entrada receitas e custos de produção	71
Figura 12 - Histograma e curva da função densidade de probabilidade da variável de saída VPL com taxa de desconto de 6% para o sistema de cultivo e extração de açaí para produção de frutos em área de várzea	74
Figura 13 - Quantidade de frutos de açaí produzidos por município no Estado do Amapá	84
Figura 14 - Área colhida de mandioca por município no Estado do Amapá	85
Figura 15 - Rebanho de bubalinos em número de cabeças por município no Estado	86

Figura 16 - Valor estimado da compensação anual para o município de Mazagão às taxas de 6%, 8% e 10% a.a. considerando o sistema de cultivo e extração de açaí para produção de frutos em área de várzea	89
Figura 17 - Valor estimado da compensação anual para o município de Oiapoque às taxas de 6%, 8% e 10% a.a. considerando o sistema de plantio de mandioca para produção de farinha em área de terra firme	90
Figura 18: Valor estimado da compensação anual para o município de Cutias às taxas de 6%, 8% e 10% a.a. considerando o sistema de cria extensiva de búfalos de corte em área de campos inundáveis	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Sistematização do valor econômico do recurso ambiental	19
Tabela 2 - População e densidade demográfica do Estado do Amapá	50
Tabela 3 - Preço médio da terra, coeficientes técnicos, custos de produção e receitas estimados por hectare para o cultivo e extração de açaí para produção de frutos em área de várzea. Preços corrigidos pelo IGP-DI para março de 2011	59
Tabela 4 - Preço médio da terra, coeficientes técnicos, custos de produção e receitas estimados por hectare para o plantio de mandioca para produção de farinha em área de terra firme. Preços corrigidos pelo IGP-DI para março de 2011	61
Tabela 5 - Coeficientes técnicos, custos de produção e receitas estimados para 500 UA de cria extensiva de búfalos de corte em área de campos inundáveis no Estado do Amapá. Preços corrigidos pelo IGP-DI para março de 2011	63
Tabela 6 - Custos de produção e receitas estimados por hectare para cria extensiva de búfalos de corte em área de campos inundáveis no Estado do Amapá. Preços corrigidos pelo IGP-DI para março de 2011	64
Tabela 7 - Estatísticas das variáveis de saída para o sistema de cultivo e extração de açaí para produção de frutos em área de várzea	73
Tabela 8 - Estatísticas das variáveis de saída para o plantio de um hectare de mandioca, para produção de farinha em área de terra firme	76
Tabela 9 - Estatísticas das variáveis de saída para o sistema de cria extensiva de búfalos de corte em área de campos inundáveis	78
Tabela 10 - Áreas de terras utilizadas pela agricultura familiar, por município, no Estado do Amapá conforme Lei no 11.326/2006	82
Tabela 11 - Áreas estimadas por município utilizadas pela agricultura familiar para produção, para mata e/ou floresta nativa destinada à RL ou APP e para mata e/ou floresta nativa não destinada à RL ou APP	83
Tabela 12 - Preço mínimo estimado da tonelada de carbono para compensação do custo de oportunidade, em todos os cenários, para todos os sistemas de uso da terra tratados neste trabalho	87

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP Área de Preservação Permanente

B/C Relação Custo-Benefício

CER Certificados de Emissão Reduzida

COP Conferência das Partes

DAP Diâmetro à Altura do Peito

FDP Função Densidade de Probabilidade

GEE Gases de Efeito Estufa
IC Intervalo de Confiança

IEPA Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá

IGP-DI Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna

INPA Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

MRV Monitoramento, Relato e Verificação

MT Mersenne Twister (Gerador de números aleatórios)

OCDE Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico

OIGs Organizações Internacionais Governamentais

ONGs Organizações Não Governamentais ONGs

PAM Produção Agrícola Municipal

PAOF Plano Anual de Outorga Florestal

PEVS Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura

PPM Produção da Pecuária Municipal

PSA Pagamento por Serviços Ambientais

REDD+ Redução de Emissões proveniente de Desmatamento e Degradação, incluindo o

manejo sustentável e o aumento dos estoques de carbono em florestas

RL Reserva Legal

SAFs Sistemas Agroflorestais

SMC Simulação de Monte Carlo

TIR Taxa Interna de Retorno

UA Unidades Animal

VAE Valor Anual Equivalente

VPL Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	
1.1 PROBLEMA	
1.2 HIPÓTESE	
1.3 OBJETIVOS	
1.3.1 Objetivo Geral	
1.3.2 Objetivos Específicos	
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	
2.1 O VALOR ECONÔMICO DOS SERVIÇOS AMBIENTAIS	
2.2 O PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS (PSA)	
2.2.1 Fundamentação	
2.2.2 Definição	
2.2.3 Critérios para o PSA	
2.2.3.1 Incentivos positivos	
2.2.3.2 Condicionalidade	
2.2.3.3 Adicionalidade	
2.2.4 Algumas experiências em PSA	
2.2.4.1 Costa Rica	
2.2.4.2 Madagascar	
2.2.4.3 Equador	
2.3 REDD+	
2.3.1 Considerações iniciais	
2.3.2 Recomendações para o mecanismo de REDD+	
2.3.3 REDD+ e as Conferências das Partes de Copenhagen (2009) e de (2010)	
2.3.4 REDD+ e os direitos dos Povos da Floresta	
2.4 POLITICA NACIONAL EM PSA E REDD+	

2.5 VIABILIDADE ECONÔMICA UTILIZANDO ANÁLISE DE RISCO	
2.5.1 Risco e Incerteza	
2.5.2 O método Simulação de Monte Carlo (SMC)	•••••
2.5.3 O Método SMC aplicado às decisões de investimento na área ambiental.	
3 MATERIAL E MÉTODOS	
3.1 ÁREAS DE ESTUDO	
3.1.1 Área de natureza florestal de terra firme	•••••
3.1.2 Área de natureza inundável	
3.2 OS SISTEMAS DE USO DA TERRA ANALISADOS	
3.2.1 Cultivo e extração de açaí para produção de frutos em área de várzea	
3.2.2 Plantio de mandioca para produção de farinha em áreas de terra firme	•••••
3.2.3 Cria extensiva de búfalos de corte em área de campos inundáveis	
3.3 ESTOQUES DE CARBONO ESTIMADO PARA AS ÁREAS DE TERRA FIRME E DE NATUREZA INUNDÁVEL	
3.3.1 Estoque de carbono em áreas de terra firme	
3.3.2 Estoque de carbono em área de natureza inundável	
3.4 FORMAÇÃO DO FLUXO DE CAIXA	· • • • • • • • • • • • • • • • • • • •
3.4.1 Fluxo de caixa para o cultivo e extração de açaí para produção de frutos em área de várzea	
3.4.2 Fluxo de caixa para o plantio de mandioca para produção de farinha em área de terra firme	
3.4.3 Fluxo de caixa para cria extensiva de búfalos de corte em área de cam inundáveis	
3.5 AVALIAÇÃO ECONÔMICA	· · · · · ·
3.5.1 Valor Presente Líquido (VPL)	
3.5.2 Valor Anual Equivalente (VAE)	· · · · · ·
3.5.3 Razão Benefício/Custo (B/C)	
3.5.4 Taxa Interna de Retorno (TIR)	
3.6 MODELAGEM	
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
5 CONCLUSÃO	94
4.5 O VALOR DA COMPENSAÇÃO	80
4.4 O CUSTO DE OPORTUNIDADE	79
4.3 RESULTADOS PARA O SISTEMA DE CRIA EXTENSIVA DE BÚFALOS DE CORTE EM ÁREA DE CAMPOS INUNDÁVEIS	78
4.2 RESULTADOS PARA O SISTEMA PLANTIO DE MANDIOCA PARA PRODUÇÃO DE FARINHA EM ÁRE DE TERRA FIRME	76
4.1 RESULTADOS PARA O SISTEMA CULTIVO E EXTRAÇÃO DE AÇAÍ PARA PRODUÇÃO DE FRUTOS EM ÁREA DE VÁRZEA	73

1 INTRODUÇÃO

O meio ambiente fornece gratuitamente uma variedade de bens e serviços de interesse de todos. O Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) é um tipo de transferência financeira dos beneficiários para aqueles que, por meio de suas atividades e práticas, conservam a natureza e contribuem ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, essencial à qualidade de vida do ser humano. Desta forma, é um instrumento econômico que pode auxiliar a conter o desmatamento, reduzir as emissões dos Gases de Efeito Estufa (GEE) e servir como estratégia na implementação do desenvolvimento sustentável.

No mundo inteiro, diversos países estão desenvolvendo esquemas de PSA como política moderna de conservação do meio ambiente e de desenvolvimento sustentável. É o reconhecimento de que a proteção dos ecossistemas essenciais para a produção dos serviços ambientais básicos, não será alcançada apenas com a criação de instrumentos legais restritivos aos usos da terra.

O PSA tem se baseado nos custos de oportunidade, ou benefícios renunciados. No entanto, nos casos em que os custos de oportunidade forem altos, deve-se avaliar se o PSA é a melhor solução para a conservação do meio ambiente ou se não seria mais apropriado aplicar instrumentos como os de comando e controle, associados com outras formas de incentivos econômicos (WUNDER, 2007).

Neste contexto é necessário analisar com maior eficiência a viabilidade econômica dos diversos sistemas de usos da terra para que os gestores ou tomadores de decisão possam avaliar quais investimentos seriam objetos de um esquema de PSA. Levando em consideração a incerteza, devido aos médios e longos prazos, no retorno dos investimentos que geralmente são característicos em sistemas de uso da terra.

O Estado do Amapá tem perspectivas de gerar créditos de carbono a partir da floresta em pé, pois tem uma grande faixa de áreas de florestas preservadas. Estas áreas formam um mosaico de ambientes tipicamente amazônicos com seus povos indígenas e comunidades locais (CI-BRASIL, 2008). Neste sentido o Governo do Estado por meio do Instituto Estadual de Floresta (IEF-AP) criou o Projeto Carbono Amapá cujo objetivo maior é o desenvolvimento de metodologias para o inventário de carbono. O que pode habilitar o Estado do Amapá ao mercado de carbono ou inseri-lo em um esquema de PSA como o de Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal, incluindo o manejo sustentável e o aumento dos estoques de carbono em florestas (REDD+).

Desta forma, torna-se necessária uma avaliação econômica mais eficaz dos sistemas de uso da terra mais característicos das principais áreas de floresta do Estado. Estas são as áreas de terra firme e de natureza inundável, onde predominam as atividades da agricultura itinerante, o extrativismo e a pecuária extensiva (IEPA, 2008). Para representar estas três atividades foram analisados neste trabalho os seguintes sistemas de uso da terra:

- 1. Cultivo e extração de açaí para produção de frutos em área de várzea;
- 2. Plantio de mandioca para produção de farinha em área de terra firme e;
- 3. Cria extensiva de búfalos de corte em área de campos inundáveis.

1.1 PROBLEMA

É viável implementar um mecanismo de Pagamento por Serviços Ambientais, como estratégia econômica de políticas de uso da terra no Estado do Amapá?

1.2 HIPÓTESE

O Estado do Amapá tem perspectivas de gerar créditos de carbono a partir da conservação da floresta em pé. O mecanismo de Pagamento por Serviços Ambientais contribuirá positivamente na conservação florestal, na mitigação da mudança climática, na compensação aos povos da floresta e no financiamento do desenvolvimento sustentável.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Analisar o mecanismo de Pagamento por Serviços Ambientais como estratégia econômica de políticas de uso da terra no Estado do Amapá.

1.3.2 Objetivos Específicos

a) Levantar os fundamentos teóricos, requisitos, problemas, práticas e experiências no âmbito nacional e internacional ao se implementar um mecanismo de Pagamento por Serviços Ambientais, incluindo a modalidade REDD+.

b) Analisar a viabilidade econômica e a compensação do custo de oportunidade utilizando análise de risco com Simulação de Monte Carlo nos seguintes sistemas de uso da terra no Estado do Amapá: cultivo e extração de açaí para produção de frutos em área de várzea; plantio de mandioca para produção de farinha em área de terra firme e cria extensiva de búfalos de corte em área campos inundáveis.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O VALOR ECONÔMICO DOS SERVIÇOS AMBIENTAIS

O meio ambiente historicamente fornece gratuitamente uma variedade de bens e serviços de interesse de todos. O conceito de serviços ambientais tornou-se importante para vincular o funcionamento dos ecossistemas com o bem-estar humano. Compreender este vínculo é fundamental para uma ampla gama de contextos de tomada de decisão. Embora tenha havido várias tentativas, não há um consenso na definição de serviços ambientais (FISHER *et al.*, 2009).

Para Liu *et al.* (2010) o conceito de serviços ambientais mudou o paradigma de questões como a visão da natureza para as sociedades humanas. A preservação da natureza como sacrifício do bem-estar para a percepção do meio ambiente como capital natural. No entanto, os serviços ambientais estão se tornando cada vez mais escassos.

Os serviços ambientais fornecidos pela floresta amazônica brasileira podem ser agrupados em manutenção de biodiversidade, ciclo hidrológico e armazenamento de carbono (FEARNSIDE, 1997).

Segundo este autor, a manutenção da biodiversidade possui alguns benefícios locais diretos, como o fornecimento do estoque de material genético de plantas e animais. A biodiversidade não é substituível ou permutável, quando uma espécie ou um ecossistema se torna extinto, não há como voltar atrás. Manter os estoques de carbono também representa um valioso serviço ambiental que ao contrário da biodiversidade, o carbono é completamente permutável: um átomo de carbono estocado na floresta amazônica tem o mesmo efeito atmosférico de um átomo de carbono estocado em uma plantação de eucalipto ou um átomo de carbono estocado no subsolo como combustível fóssil que não foi queimado devido opção pela conservação. A ciclagem de água é uma função ambiental importante para todo o Brasil e para os países vizinhos. O vapor de água originado do Oceano Atlântico cai como precipitação. Uma parte desta chuva é reciclada pelas árvores na forma de evapotranspiração,

e depois a água ou cai novamente como precipitação na região amazônica ou é exportada para outras regiões.

Costanza *et al.* (1997) diz que a questão da valoração ambiental é inseparável das escolhas e decisões sobre os serviços ambientais. Alguns argumentam que a valoração é impossível ou imprudente, que não se pode colocar um valor sobre tais serviços. Outro argumento comum é que se deve proteger o meio ambiente por razões morais ou estéticas, e por isso não há necessidadade de valoração.

O desafio agora é provocar a sociedade para reconhecer o valor deste capital natural, e a valoração dos serviços ambientais é o método para resolver esta questão (LIU *et al.*, 2010).

O valor ambiental como capital natural consiste na determinação das mudanças na qualidade ou quantidade dos serviços ambientais na medida em que alteram os benefícios ou custos associados com as atividades humanas. Esta alteração nos custos e benefícios impacta sobre o bem-estar humano através de mercados estabelecidos ou por meio de atividades não mercantis. Tal valoração é certamente difícil e repleta de incertezas (COSTANZA *et al.*, 1997).

Segundo Helm e Pearce (1990) os bens ambientais em sua maioria não são comercializados. Embora muitos considerem esses ativos de valor inestimável, uma abordagem deste tipo é desprovida de implicações políticas a menos que seja para deixar uma estrutura de ambientes intocados. Assim, uma característica importante no moderno debate ambiental é a ampla aceitação do papel que a economia deve ter ao analisar os processos causais de degradação ambiental. A tarefa da economia ambiental é, portanto, de adaptar a ferramenta teórica para estabelecer uma estrutura integrada de análise e desenvolvimento de instrumentos de avaliações sobre os ativos ambientais e desta forma desenvolver políticas adequadas.

Para Motta (1997) o valor econômico dos recursos ambientais geralmente não é observável no mercado através de preços que reflitam seu custo de oportunidade. Valorar um recurso ambiental é estimar monetariamente este recurso em relação aos outros bens e serviços disponíveis na economia. Para esta estimativa uma análise de custo-benefício poderá ser utilizada para comparar entre as opções disponíveis os custos de realização com os benefícios alcançados. A determinação destes custos e benefícios nem sempre é simples, pois requer a identificação e a definição de critérios que tornem as estimativas destes comparáveis entre si e no tempo. Se estes custos e benefícios refletem os gastos a preços de mercado dos bens e serviços comprados ou vendidos, o processo de identificação e estimação é mais

simples e objetivo. Os custos e benefícios serão respectivamente, o somatório dos valores monetários dos gastos e receitas.

A análise social de custo-benefício visa atribuir um valor social a todos os efeitos de um determinado projeto, investimento ou política. Os efeitos negativos são encarados como custos e os positivos são tratados como benefícios. Para comparação entre custos e benefícios, surge a necessidade de expressá-los em uma medida comum. Assim, estes custos e benefícios são expressos em termos monetários. No entanto, alguns bens e serviços públicos, como muitos recursos ambientais, não são transacionados em mercado e, portanto, não têm preços definidos.

Este autor também destaca que os fluxos de bens e serviços ambientais de um recurso ambiental são derivados do seu consumo e definem seus atributos. Estes atributos podem estar ou não associados a um uso:

Desta forma, é comum na literatura desagregar o Valor Econômico do Recurso Ambiental (VERA) em valor de uso (VU) e valor de não uso (VNU).

O Valor de uso (VU) pode ser por sua vez desagregado em:

Valor de Uso Direto (VUD) - quando o indivíduo se utiliza atualmente de um recurso, por exemplo, na forma de extração, visitação ou outra atividade de produção ou consumo direto;

Valor de Uso Indireto (VUI) - quando o benefício atual do recurso deriva-se das funções ecossistêmicas, como, por exemplo, a proteção do solo e a estabilidade climática decorrente da preservação das florestas:

Valor de Opção (VO) - quando o indivíduo atribui valor em usos direto e indireto que poderão ser optados em futuro próximo e cuja preservação pode ser ameaçada. Por exemplo, o benefício advindo de fármacos desenvolvidos com base em propriedades medicinais ainda não descobertas de plantas em florestas tropicais.

O valor de não uso (VNU), ou valor passivo, representa o valor de existência (VE) que está dissociado do uso (embora represente consumo ambiental) e deriva-se de uma posição moral, cultural, ética ou altruística em relação aos direitos de existência de espécies não humanas ou preservação de outras riquezas naturais, mesmo que estas não representem uso atual ou futuro para o indivíduo. Uma expressão simples deste valor é a grande atração da opinião pública para salvamento de baleias ou sua preservação em regiões remotas do planeta, onde a maioria das pessoas nunca visitará ou terá qualquer benefício de uso.

Assim, uma expressão para VERA seria a seguinte:

VERA = (VUD + VUI + VO) + VE (MOTTA, 1997, p. 11).

A Tabela 1 apresenta a sistematização do valor econômico do recurso ambiental.

Tabela 1 - Sistematização do valor econômico do recurso ambiental

Valor econômico do recurso ambiental			
Valor de uso			Valor de não uso
Valor direto	Valor indireto	Valor de opção	Valor de existência
Bens e serviços ambientais apropriados diretamente da exploração do recurso e consumidos hoje	Bens e serviços ambientais que são gerados de funções ecossistêmicas e apropriados e consumidos indiretamente hoje.	Bens e serviços ambientais de usos diretos e indiretos a serem apropriados e consumidos no futuro.	Valor não associado ao uso atual ou futuro e que reflete questões morais, culturais, éticas o altruísticas.

Fonte: (MOTTA, 1997)

Motta (1997) observa ainda que um tipo de uso pode excluir outro tipo de uso do recurso ambiental. Por exemplo, o uso de uma área para agricultura exclui seu uso para conservação da floresta que cobria este solo. E que há dificuldade de encontrar preços de mercado à medida que se passa dos valores de uso para os de não uso. Por sua vez nos valores de uso, os usos indiretos e de opção apresentam maior dificuldade que os usos diretos.

2.2 O PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS (PSA)

2.2.1 Fundamentação

Os fundamentos teóricos de pagamentos por serviços ambientais (PSA) foram criados há várias décadas derivados do teorema de Coase, 1960. No entanto a aplicação prática para a gestão dos recursos naturais começou muito recentemente (KOSOY *et al.*, 2007).

Coase descreveu que em condições ideais, sem custos de transação, uma negociação entre as partes envolvidas em uma externalidade, poderia alcançar um resultado desejável. A importância do trabalho de Coase é a idéia de que os participantes de uma externalidade poderiam encontrar uma solução mutuamente aceitável para maximizar o bem-estar social, através da negociação voluntária, sem necessidade de intervenção do governo (LOEHMAN, 2009). Desta forma, o teorema de Coase fornece a base teórica para uma política não intervencionista de controle de poluição baseada em uma abordagem dos direitos de propriedade. A poluição ambiental é uma forma de falha de mercado devido exploração excessiva dos recursos mantidos como propriedade comum. Esta falha ocorre quando os

direitos de propriedade não são adequadamente especificados. Assim, de acordo com Coase, dado certas hipóteses, a solução mais eficaz para danos causados pela poluição é um processo de negociação baseado em direitos negociáveis (NIJKAMP, 1997).

As externalidades são as principais falhas de mercado que levam a problemas de degradação ambiental. São situações em que os efeitos positivos ou negativos de produção ou consumo são impostos a outras partes, mas sem que possam ser cobrados ou pagos. As externalidades serão positivas ou negativas conforme seus efeitos em terceiros sejam prejudiciais ou benéficos (SOUZA, 2000).

Como uma primeira aproximação, podemos dizer que há uma externalidade negativa quando a atividade de um agente econômico afeta negativamente o bem-estar ou o lucro de outro agente e não há nenhum mecanismo de mercado que faça com que este último seja compensado por isso. Será positiva quando a referida atividade gera involuntariamente benefícios aos demais agentes (COSTA, 2005).

Por definição, as externalidades ambientais negativas e positivas não são imcorporadas ao preço dos produtos ou serviços que são vendidos no mercado. Por conseguinte, certos mercados não favorecem a conservação ou a prevenção da poluição através de sinais de preços adequados ou outros incentivos econômicos. Esta situação geralmente leva à destruição crescente do capital natural ou a níveis inaceitáveis de poluição. A resposta tradicional a essa situação foi a introdução de medidas de comando e controle na forma de leis e regulamentos sobre a proteção ambiental, as emissões poluentes, a saúde humana ou utilização dos solos, entre outros (MAYRAND; PAQUIN, 2004).

O princípio básico de controle das externalidades se baseia no fato de que os custos sociais e privados não são iguais, sendo calculada uma taxa de imposto precisa que demonstrará ao poluidor os reais custos das suas ações (SOUZA, 2000). Esta taxa é conhecida por taxa Pigouviana que tem por objetivo internalizar a externalidade.

O conceito de externalidade foi desenvolvido pela primeira vez por Pigou em 1920 e tem como base os efeitos de uma transação econômica por uma ou várias partes sobre terceiros. A teoria é muitas vezes aplicada para explicar as mudanças nos direitos de propriedade, mas tem sido aplicada a outros processos de mudança, incluindo o crescimento econômico, regulação, e organização das funções econômicas (SWALLOW *et al.*, 2010).

Pigou abordou a questão dos custos da poluição atmosférica e fez uma sugestão da adoção de um sistema de impostos ou subsídios para reduzir a poluição ambiental. Esta idéia levou a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) a introduzir em 1973 o conceito do Princípio do Poluidor Pagador (PPP) (RAHMAN; EDWARDS, 2004).

Assim, o poluidor-pagador reduz sua produção para o nível socialmente ótimo (HELM; PEARCE, 1990).

2.2.2 Definição

Pagamento por serviços ambientais (PSA) é uma dessas novas abordagens que procuram apoio nas externalidades ambientais positivas através da transferência de recursos financeiros dos beneficiários de certos serviços ambientais para aqueles que prestam esses serviços ou são fiduciários de recursos ambientais (MAYRAND; PAQUIN, 2004). O pagamento por tais beneficiários pode ajudar a tornar a conservação a opção mais atraente para os gestores de ecossistemas, induzindo-os a adotá-la ou, no caso dos gestores de áreas protegidas, dando-lhes os recursos para fazê-la (PAGIOLA; PLATAIS, 2007, citado em ENGEL et al., 2008).

Aqueles que contribuem para a prestação de externalidades ambientais positivas na forma de serviços ambientais raramente recebem uma compensação para os benefícios que eles proporcionam. O princípio básico por trás do PSA é que os usuários dos recursos e das comunidades que estão em condições de fornecer serviços ambientais devem ser compensados pelos custos da sua prestação, e que aqueles que se beneficiam desses serviços devem pagar por eles e assim, internalizar esses benefícios (MAYRAND; PAQUIN, 2004).

Para Engel *et al.* (2008) o PSA é uma tentativa de colocar em prática o teorema de Coase, e tem atraído interesse crescente como verdadeiros incentivos financeiros para os agentes locais para fornecer serviços ambientais. O PSA não é uma bala de prata que pode ser usado para resolver qualquer problema ambiental, mas uma ferramenta adaptada para resolver um conjunto específico de problemas em que tem como base o princípio do beneficiário-pagador, ao invés do princípio poluidor-pagador (PAGIOLA, 2003, citado em ENGEL *et al.*, 2008).

O usuário da terra agora é visto não como um poluidor, mas sim como um prestador de serviços em que os serviços ambientais represetam uma oportunidade à sua carteira de produção em conjunto com outros produtos ou como um serviço que é gerado de forma independente (HECKEN; BASTIAENSEN, 2010). Fazendeiros, madeireiros, ou gestores de áreas protegidas, muitas vezes recebem poucos benefícios sobre o uso da terra, como por exemplo, a conservação da floresta. Estes benefícios são muitas vezes menores que os benefícios que receberiam com o uso alternativo da terra, tais como a conversão da terra para agricultura ou pastagens (ENGEL *et al.*, 2008).

O PSA tem o potencial de ser mais eficaz e eficiente do que as estratégias de comando e controle, pois estas se baseiam na existência de recursos institucionais e financeiros, que são muitas vezes inexistentes nos países em desenvolvimento. Neste contexto, as abordagens regulamentares para a conservação não tem eficácia, devido à debilidade do sistema de fiscalização ambiental e descumprimento generalizado da lei (MAYRAND; PAQUIN, 2004).

Conforme Muradian e Corbera (2010), o PSA lida frequentemente com bens públicos ambientais, locais e globais. Sua disposição acarreta um problema de ação coletiva na medida em que requer a coordenação dos vários agentes para evitar resultados indesejáveis do ponto de vista social. O principal objetivo do PSA deve ser a criação de incentivos para o fornecimento de tais bens, mudando assim o comportamento individual ou coletivo que poderiam conduzir a uma degradação excessiva dos ecossistemas e recursos naturais. Assim, o PSA pode ser considerado uma transferência de recursos entre os atores sociais, que visa criar incentivos para alinhar decisões coletivas ou individuais no uso da terra com o interesse social na gestão dos recursos naturais. Essas transferências, monetárias ou não, podem ser através de um mercado, ou algo próximo de um, bem como através de outros mecanismos, como incentivos ou subsídios públicos definidos por via regulamentar. Portanto, nem todo PSA pode ser considerado operação de mercado.

A definição mais aceita pela literatura de PSA está baseada nos seguintes critérios (WUNDER, 2006):

- 1. Uma transação voluntária, na qual;
- 2. Um serviço ambiental bem definido (ou uso da terra que provavelmente possa assegurar este serviço);
- 3. É comprado por, pelo menos, um comprador;
- 4. De, pelo menos, um provedor;
- 5. Sob a condição de que o provedor garanta a provisão deste serviço.

O PSA está equadrado como uma negociação voluntária, que o distingue de medidas de comando e controle. O que é comprado deve ser bem definido. Pode ser um serviço diretamente mensurável como as toneladas adicionais de carbono armazenadas ou limites no uso da terra que são suscetíveis para o fornecimento do serviço, por exemplo, a conservação de florestas. Na verdade, a palavra "provavelmente", no segundo critério, esconde importantes inseguranças científicas, pois em muitos casos, falta a base de conhecimentos para classificar objetivamente os reais serviços ambientais. Isto pode diminuir a robustez de um PSA levando os compradores a questionar e abandonar os pagamentos. Em todo o PSA, deve haver recursos que vão de pelo menos um comprador dos serviços ambientais para pelo menos um

provedor, embora a transferência ocorra muitas vezes através de um intermediário e finalmente, em um esquema de PSA deverá haver uma dependência contínua do serviço a ser oferecido (WUNDER, 2005).

2.2.3 Critérios para o PSA

2.2.3.1 Incentivos positivos

O uso de incentivos positivos é a ideologia central do PSA. São fatores que influenciam a motivação de um tomador de decisão de empreender uma ação. Os Incentivos podem ser positivos ou negativos. Um esquema de PSA deve ter como objetivo proporcionar um ganho líquido para os participantes através da utilização de incentivos positivos. Mais comumente, isso envolve uma compensação material ou recompensa, para os indivíduos, com base nos custos incorridos pela oportunidade de parar um comportamento que é prejudicial para a prestação de serviços, ou para tomar medidas para aumentar ou manter a prestação de serviços. Incentivos positivos também podem ser usados em um esquema de PSA para influenciar atitudes em direção a um regulamento ou uma mudança na aplicação da lei. No entanto, a dedicação aos incentivos positivos não implica a ausência de incentivos negativos, no âmbito do PSA. Os incentivos negativos também podem surgir a partir de esquemas de PSA através da coerção, da pressão social de membros da comunidade, ou mesmo através de multas regulamentares e punições (SOMMERVILLE et al., 2009).

2.2.3.2 Condicionalidade

A condicionalidade é o método fundamental para motivar a prestação de serviços, uma vez que cria uma consequência caso o serviço não seja prestado. A condicionalidade torna o regime de acompanhamento e fiscalização explícito tanto para o comprador quanto para o fornecedor de serviços com foco no monitoramento. Decidir qual a abordagem a tomar diz respeito principalmente aos desafios técnicos e custos de monitoramento. Devido às dificuldades de medir as mudanças em serviços ambientais, os pagamentos são muitas vezes dependentes de indicadores ecológicos com supostas relações de prestação de serviços, em vez do fluxo do próprio serviço. Por exemplo, a prestação de serviços de carbono pode ser estimada pelo monitoramento das alterações no habitat que podem ser observadas remotamente por satélites (SANCHEZ-AZOFEIFA et al., 2007, citado por SOMMERVILLE

et al., 2009). Assim, o monitoramento mais adequado a ser empregado depende da capacidade de observar as ações ou os esforços dos prestadores de serviços, e na força e consistência da relação entre as ações destes e a referida prestação de serviços. Desta forma, a condicionalidade é sem dúvida um critério central que é fundamental para o funcionamento de esquemas de PSA.

2.2.3.3 Adicionalidade

A questão da adicionalidade tem sido muito debatida em nível de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) do Protocolo de Kyoto. Atualmente, apenas o reflorestamento e florestamento são elegíveis para créditos de carbono, enquanto que a melhoria da gestão florestal e a proteção das florestas não (WUNDER, 2007).

Na prática, existem outras considerações que influenciam no sucesso de um esquema de PSA. Em particular, a consideração de adicionalidade. A adicionalidade é frequentemente utilizada como um indicador de eficácia do PSA (ENGEL; PALMER, 2008, WUNDER *et al.*, 2008 citado por SOMMERVILLE *et al.*, 2009).

Segundo Wunder (2005), do ponto de vista da eficiência, apenas aqueles que constituem uma ameaça devem ser pagas pela prestação dos serviços ambientais. Estados federais do Amazonas e Amapá na Amazonia brasileira, por exemplo, possuem grandes áreas protegidas e a taxa de desmatamento, na maioria dessas áreas, permanece muito baixa (adicionalidade insignificante). Este autor questiona se os compradores de serviços ambientais pagariam pela conservação da floresta que não está ameaçada, pois seria conservada de qualquer maneira.

Os esquemas de PSA florestais documentados até hoje, na maioria das vezes, se encaixam em uma ou várias das seguintes categorias (WUNDER, 2006):

- 1. Sequestro e armazenamento de carbono;
- 2. Proteção da biodiversidade;
- 3. Proteção de mananciais e;
- 4. Beleza cênica.

2.2.4 Algumas experiências em PSA

2.2.4.1 Costa Rica

A Costa Rica foi pioneira na utilização de pagamentos por serviços ambientais (PSA) nos países em desenvolvimento através do estabelecimento de um programa formal, em nível nacional de PSA. O programa de PSA foi parcialmente responsável por ajudar o país, outrora conhecido como tendo uma das taxas mais altas de desmatamento do mundo. Vários outros países da região tem observado esta experiência de perto, e muitos estão desenvolvendo programas semelhantes. Tendo início em 1997 e baseado na Lei Florestal do país, nº 7575, promulgada em 1996 o programa explicitamente reconheceu quatro serviços ambientais promovidos pelos ecossistemas florestais, a saber: Mitigação das emissões de gases estufa; serviços hidrológicos, incluindo provisão de água para consumo humano, para irrigação e para produção de energia; conservação da biodiversidade e provisão de beleza cênica para recreação e ecoturismo (PAGIOLA, 2008).

A respectiva Lei prevê uma compensação monetária aos proprietários de terra através do PSA para a proteção das florestas naturais e compensação parcial pelo uso alternativo da terra que podem degradar os serviços ambientais. Além disso, a experiência da Costa Rica fornece evidências de que o PSA pode ser eficaz na manutenção da floresta natural e cobertura arbórea dentro de corredores biológicos (MORSE *et al.*, 2009).

Conforme Pagiola (2006) a Lei Florestal n° 7575 proveu a base regulatória para o Governo realizar contratos com os produtores baseado nos serviços providos pelas suas áreas, assim como estabeleceu o mecanismo de financiamento para tal, o Fundo Nacional de Financiamento Florestal (FONAFIFO). O Programa está estruturado a partir de um tripé institucional, formado por:

- 1. Um mecanismo financeiro que coleta e maneja os pagamentos oriundos dos beneficiários. Este papel é assumido pelo FONAFIFO;
- 2. Um mecanismo que faz os contratos com os prestadores dos serviços, os produtores rurais; paga-os pelos serviços prestados, assim como realiza o monitoramento dos serviços. Este papel é cumprido em parte pelo Sistema Nacional de Áreas de Conservação (SINAC) e parte por engenheiros florestais privados, que o fazem mediante um pagamento;
- 3. Uma estrutura de governança, que faz uma supervisão geral do Programa. Este papel é cumprido por um Conselho Governamental, composto por três

representantes do setor público (um do Ministério do Meio Ambiente e Energia, um do Ministério da Agricultura e um do sistema bancário governamental) e dois representantes do setor privado.

A mais importante lição que pode ser aprendida com a Costa Rica é a necessidade de ser flexível e de se adaptar aos ensinamentos e à evolução das circunstâncias (PAGIOLA, 2008).

2.2.4.2 Madagascar

Conforme Wendland *et al.* (2009) Madagascar é um país com uma biodiversidade de importância global que também está começando a explorar a utilidade do PSA como um mecanismo de conservação. Assim, o PSA pode constituir uma importante fonte de financiamento para melhorar a gestão de parques e compensar as comunidades locais. As áreas protegidas não necessariamente impedirão o desmatamento, e os custos de oportunidade suportados por algumas comunidades locais, a partir do estabelecimento de áreas protegidas, são altos. Além disso, o governo já reconhece os benefícios potenciais de aproveitamento do crescente interesse nos pagamentos de carbono incluso no Programa Nacional de Meio Ambiente (EPIII) e no Plano de Ação de Madagascar (MAP) com o uso de projetos de carbono florestal como mecanismo para financiamento da conservação da biodiversidade.

O autor também destaca que Madagascar já possui alguns instrumentos jurídicos necessários para governar efetivamente a utilização dos serviços ambientais no país, por exemplo, as políticas climáticas de redução das emissões por desmatamento em florestas naturais. No entanto, possui finaciamento limitado para implementar muitas dessas políticas. Alem disso, muitos projetos que se enquadram nos critérios de PSA foram implementados ou estão sendo discutidos em Madagascar. Um desses projetos é o projeto Mantadia. O Projeto Mantadia é um projeto de 30 anos e foi oficialmente aprovada pelo Ministério do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Florestas (MEEF) em Madagascar, em 2004. Os serviços gerados neste projeto são a redução de emissões de carbono e valor de existência da biodiversidade. Parceiros neste projeto são as agências de governo, organizações semigovernamentais e Organizações Não Governamentais (ONGs). No Projeto Mantadia, o governo é o "vendedor" das compensações de emissões de carbono, pois o governo detém os direitos de emissões de carbono florestal. O "comprador" inicial das reduções de emissões de carbono é Fundo Bio-Carbon do Banco Mundial. O Projeto Mantadia representa um acordo

voluntário entre os "vendedores" e os "compradores" de carbono, e as comunidades locais que vivem na área estão participando voluntariamente no projeto.

2.2.4.3 Equador

Wunder e Albán (2008) destacam duas experiências consolidadas em PSA no Equador: O esquema de proteção dos mananciais no município de Pimampiro e o programa PROFAFOR que estabelece a fixação de carbono através de reflorestamento e florestamento. Tais esquemas têm sido relativamente eficazes no alcance de seus objetivos em termos ambientais, pois possuem altos níveis de adicionalidade, baixos efeitos de fuga e um forte grau de condicionalidade. Embora estes esquemas de PSA não tenham como alvo principal a redução da pobreza, o bem-estar dos beneficiários melhorou, principalmente através de rendas mais altas. Ao contrário da Costa Rica onde os esquemas de PSA estão sob a execução centralizada, no Equador são descentralizados, ou seja, são auto-organizados sem uma coordenação central do Estado. Em 2000, o município de Pimampiro com 12.951 habitantes, estabeleceu um sistema de pagamento para a bacia do rio Palaurco que fornece a sua água potável. A proposta do PSA era parte de um plano de manejo florestal, desenhado por uma organização não governamental, a Corporação Equatoriana para o Desenvolvimento dos Recursos Naturais Renováveis (CEDERENA), que também recomendou alternativas sustentáveis de uso da terra como o ecoturismo e extração de plantas medicinais. O sistema de PSA foi concebido para proteger a vegetação nativa, que supostamente ajudam a proteger a qualidade da água e da estação da seca.

A PROFAFOR é uma empresa equatoriana que atua no sequestro de carbono em florestas e tem financiamento de empresas de eletricidade holandesas para compensar suas emissões de carbono. Desde 1993, a PROFAFOR assinou 152 contratos com proprietários privados e comunidades para o sequestro de carbono através do reflorestamento e florestamento, sendo que 145 contratos estão no planalto e 7 na região costeira. Os proprietários depois de terem assinado um contrato com a PROFAFOR, comprometem-se a recriar e manter a cobertura arbórea. A maioria dos contratos, no ano anterior a 2000, abrangeu apenas um único ciclo de cultivo (15 anos para eucalipto e 20 para pinheiros). No entanto, a duração do atual contrato é de 99 anos, e inclui vários ciclos das culturas de árvores. Tais proprietários também vão receber os benefícios em espécie de todos os subprodutos (desbaste, poda, etc.), e o mais importante, eles receberão no mínimo 70% das receitas provenientes da venda de árvores cortadas no final do ciclo (15-20 anos). Se eles

reflorestarem a área, conforme estipulado nos contratos de 99 anos, eles vão receber a receita total (100%), caso contrário pagarão 30% das receitas de vendas para a PROFAFOR.

2.3 REDD+

2.3.1 Considerações iniciais

REDD+ é a Redução das Emissões ocasionadas por Desmatamento e Degradação Florestal, incluindo o manejo sustentável e o aumento dos estoques de carbono em florestas nos países em desenvolvimento (FIELD, 2010). A adição da conservação, do manejo sustentável e da valorização dos estoques de carbono florestal para a mitigação do desmatamento foi feito para evitar a criação de incentivos para os países cujas taxas de desmatamento continuam em níveis muito elevados e consequentemente necessitam de mais recursos. E também para recompensar aqueles cuja cobertura florestal está mais protegida, devido à conservação e a gestão sustentável (THOMPSON *et al.*, 2010).

O argumento é de que se os países com alta cobertura florestal e baixo desmatamento não receberem para proteger seus estoques, haverá um incentivo perverso para derrubar florestas em prol de opções mais lucrativas (PARKER *et al.*, 2008). Com estas adições, a estratégia de REDD ficou conhecida como REDD+.

O REDD+ surgiu quando Papua Nova Guiné e Costa Rica em 2005 apoiados por oito outros membros propuseram um mecanismo para a Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação em Países em Desenvolvimento na Décima Primeira Conferência das Partes (COP 11) da Convenção Quadro da ONU sobre Mudança Climática (UNFCCC), em Montreal, Canadá (FIELD, 2010). Isto fez com que um grande número, de Partes e observadores, submetesse propostas e recomendações ao Órgão Subsidiário de Assessoramento Científico e Tecnológico (SBSTA) para redução das emissões de gases estufa provenientes de desmatamento e degradação (PARKER *et al.*, 2008). Assim, desde 2007, o SBSTA vem trabalhando com uma rede cada vez maior de partes da UNFCCC, de Organizações Internacionais Governamentais (OIGs), ONGs, representantes dos povos indígenas e representantes da sociedade civil para entender e responder as abordagens metodológicas e as preocupações relativas para a implementação de progamas de REDD +. O ímpeto por trás desses esforços de coordenação e integração está na iminência de expiração do Protocolo de Kyoto, em 2012, e na expectativa de que qualquer novo acordo internacional

sobre as ações para enfrentar a mudança climática global irá incluir os programas de REDD + como elemento chave (THOMPSON *et al.*, 2010).

Essencialmente, o REDD+ deve criar incentivos para os países em desenvolvimento para proteger e gerenciar melhor seus recursos florestais, através da criação e reconhecimento de um valor financeiro para o adicional de carbono armazenado nas árvores ou não emitido para a atmosfera (CORBERA; SCHROEDER, 2010).

2.3.2 Recomendações para o mecanismo de REDD+

Desde dezembro de 2007 a The Forests Dialogue (TFD), conduziu um processo de intenso diálogo entre os vários interessados objetivando entender, discutir e buscar um consenso sobre as questões mais prementes relacionadas com a utilização da floresta na mitigação da mudança climática. No período de dois anos o TFD realizou sete diálogos internacionais que envolveram mais de 375 líderes de diversos grupos de stakeholders, incluindo os povos indígenas, os proprietários de florestas privadas, investidores, acadêmicos, intergovernamentais, organizações não governamentais, organizações sindicatos, organizações sociais, organizações da indústria florestal, investidores de carbono, varejistas e representantes do governo. O debate discutiu como finaciar e colocar em prática o mecanismo de REDD+ e resultou em várias recomendações que foram apresentadas no documento: "Investing in REDD+ - consensus recommendations on frameworks for the financing and implementation" (ASHER et al., 2009). Entre elas estão:

- 1. Conforme a UNFCCC, o REDD+ deve criar incentivos para uma gama completa de atividades com base nos princípios e práticas de manejo florestal sustentável. Além de reduzir emissões por desmatamento e degradação florestal, os mecanismos de financiamento de REDD+ também devem criar incentivos para ações complementares de conservação, gestão sustentável das florestas e de reforço nos estoques de carbono, como previsto no Plano de Ação de Bali. Os investimentos também devem dar prioridade para a conservação das zonas sob a maior ameaça que tem os maiores níveis de biodiversidade.
- 2. Os mecanismos de financiamento de REDD+ devem ser: Efetivos deve existir uma verificação real por uma terceira parte independente das concentrações atmosféricas de gases estufa. Eficiente resultar em um valor monetário, possibilitando tanto o setor público quanto o privado de participarem de forma

- igualitária. Equitativo no mínimo, evitar expor a riscos maiores as comunidades rurais mais pobres e marginalizadas cuja subsistência dependa das florestas, evitar a distorção dos mercados de produtos florestais e permir a ampla participação, em condições equitativas em níveis nacional e internacional.
- 3. Os projetos de REDD+ devem demonstrar: Integridade ecológica, aumentando os níveis de biodiversidade e outras funções florestais dos ecossistemas, tais como o fornecimento de água, alimentos, combustível e fibras. Integridade social, de reconhecer, proteger e respeitar os direitos dos povos indígenas e comunidades locais e garantir que eles possam desenvolver seus meios de subsistência e partilhar os benefícios do REDD+. Intergridade atmosférica, levando a uma redução e estabilização real das emissões de CO2 na atmosfera em conformidade com as recomendações do IPCC.
- 4. O REDD+ seguirá uma abordagem composta de três fases baseadas no desempenho: A primeira fase ou fase de preparação, que desenvolverá uma estratégia de REDD+ em nível nacional, incluindo a identificação e priorização das políticas fundamentais e medidas institucionais de capacitação para atores estatais e não estatais. Isso abrirá o caminho para os investimentos na segunda fase, através do desenvolvimento de sistemas de Monitoramento, Relato e Verificação (MRV) e a idenficação dos protocolos necessários. A segunda fase deverá fazer com que as políticas e as medidas que são postas em prática permitam a implementação do REDD+ e, com base no desempenho, incentivar investimentos do setor público e privado nas seguintes áreas: Capacidade institucional, da governança florestal e da informação; reforma agrária, manejo florestal, restauração de paisagens e florestas degradadas, reforço das medidas de conservação em áreas protegidas e gestão das queimadas; atividades necessárias para reduzir a pressão sobre as florestas, como a promoção de uma agricultura sustentável e certificada, fornecimento de energia sustentável, sistemas agroflorestais e a valorização da pequena produção agrícola. Na terceira fase, os mecanismos de mercado como o mercado de carbono e os baseados em fundos devem oferecer pagamentos baseados no desempenho das reduções de emissões e melhorias verificáveis nos estoque de carbono. As políticas de mercado devem ser projetadas com o objetivo de criar mecanismos de distribuição equitativa e estabilização de preços, desenvolvendo uma gestão de risco e de crédito.

2.3.3 REDD+ e as Conferências das Partes de Copenhagen (2009) e de Cancún (2010)

A importância de reduzir as emissões de gases de efeito estufa por desmatamento e degradação florestal, e de reforçar os estoques de carbono florestal estavam entre os poucos pontos de concordância global na 15^a Conferência das Partes (COP 15), realizada pela UNFCCC de 7 a 18 de dezembro de 2009 em Copenhagen na Dinamarca. O Acordo de Copenhagen identificou a necessidade de criação imediata de um mecanismo de financiamento para o REDD+, recorrendo aos recursos financeiros dos países desenvolvidos (KANOWSKI, 2010). Desta forma, o compromisso coletivo dos países desenvolvidos é fornecer recursos novos e adicionais, incluindo a silvicultura e investimentos através de instituições internacionais, aproximando-se dos US\$ 30 bilhões para o período 2010-2012 com uma repartição equilibrada entre a adaptação e mitigação. No contexto de ações de mitigação significativas e transparência na implantação, os países desenvolvidos se comprometem a uma meta de mobilizar conjuntamente US\$ 100 bilhões de dólares por ano até 2020 para atender as necessidades dos países em desenvolvimento. Fica também estabelecido o Fundo Verde como uma entidade operacional do mecanismo financeiro da Convenção para apoiar projetos, programas, políticas e outras atividades nos países em desenvolvimento relacionadas à mitigação, incluindo o REDD+, adaptação, capacitação, desenvolvimento e transferência de tecnologia (EFCT, 2010). Desta forma, no âmbinto do Acordo de Copenhagen o REDD+ começa a se tornar um dos pilares fundamentais de um regime climático internacional pós 2012, particularmente sobre os esforços de mitigação nos países em desenvolvimento (CORBERA; SCHROEDER, 2010).

Na 16ª Conferência das Partes (COP 16) realizada em Cancun, México, de 29 de novembro a 10 dezembro de 2010 ficou estabelecido o incentivo aos países em desenvolvimento para contribuírem nas ações de mitigação no setor florestal com as seguintes atividades conforme a capacidade e circunstâncias de cada país: Redução das emissões de desmatamento, redução de emissões por degradação florestal, a conservação dos estoques de carbono florestal, a gestão sustentável da floresta e o aumento dos estoques de carbono das florestas. Tais atividades devem ser coerentes com a conservação das florestas naturais e da diversidade biológica, sendo utilizadas para incentivar a proteção e conservação das florestas e seus serviços ecossistêmicos, assim como reforçar outros benefícios sociais e ambientais. Para que os países em desenvolvimento objetivando alcançar tais atividades necessitam desenvolver os seguintes elementos: Uma estratégia nacional ou plano de ação; um nível de emissões de referência para a floresta nacional ou níveis de referência florestal de acordo com

as circusntâcias nacionais e com as disposições contidas na decisão nº 4 da COP 15 e um robusto e transparente sistema de monitoramento florestal nacional com relatório das atividades, também de acordo com as circunstâncias nacionais, e com as disposições contidas na referida decisão nº 4 da COP 15 (UNFCC, 2010). Assim, o alcance das reduções e o financiamento pelos países desenvolvidos serão medidos, relatados e verificados em conformidade com as atuais e quaisquer novas orientações adotadas pela Conferência das Partes, e assegurarão que a contabilidade de tais objetivos e finanças seja rigorosa, sólida e transparente (EFCT, 2010).

Quanto ao financiamento foram definidos os mecanismos de começo rápido, de longo prazo e do Fundo Verde. O mecanismo de começo rápido estabelece o compromisso coletivo dos países desenvolvidos em fornecer recursos novos e suplementares, incluindo a silvicultura e os investimentos através de instituições internacionais, aproximando-se US\$ 30 bilhões para o período de 2010 a 2012, com uma repartição equilibrada entre adaptação e mitigação. O texto a fim de aumentar a transparência, convida os países desenvolvidos a apresentarem documentos até Maio de 2011, 2012 e 2013, informações sobre os recursos previstos para cumprir os referidos compromissos, incluindo as formas de como os países em desenvolvimento terão acesso a esses recursos. Quanto ao mecanismo de financiamento de longo prazo, fica decidido que em conformidade com as disposições pertinentes da Convenção, um financiamento adequado será prestado aos países em desenvolvimento, tendo em vista as necessidades urgentes e imediatas de países em desenvolvimento que são particularmente vulneráveis aos efeitos adversos da mudança do clima. O texto reconhece que os países desenvolvidos se comprometam a mobilizar conjuntamente US\$ 100 bilhões por ano até 2020 para atender as necessidades dos países em desenvolvimento. O Fundo Verde será a entidade operacional dos mecanismos de financiamento da Convenção para apoiar projetos, programas, políticas e outras atividades dos países em desenvolvimento. Ele estará sob a responsabilidade da ONU e terá o Banco Mundial para servir como o administrador provisório, sujeita a uma revisão de três anos após a operacionalização do Fundo. Este por sua vez deverá ser regido por 24 países membros, divididos igualmente, entre países desenvolvidos e em desenvolvimento (UNFCC, 2010).

2.3.4 REDD+ e os direitos dos Povos da Floresta

Durante a conferência climática de Copenhagen em dezembro de 2009, as salvaguardas para as atividades de REDD+ foram discutidos pelo Grupo de Trabalho Ad Hoc sobre Cooperação de Ação de Longo Prazo (AWG-LCA). Houve um consenso de que certas garantias devem ser respeitadas na implementação de mecanimos de REDD+. Entre elas estão: o respeito aos direitos e conhecimentos dos povos indígenas e comunidades locais. O texto produzido pelo grupo enfatiza a importância de envolver múltiplos atores no debate sobre REDD+, destacando que a discussão deve ocorrer não só no cenário internacional, mas também em nível regional e local, envolvendo governos, setor privado, sociedade civil e, em particular, os povos indígenas e comunidades locais (VOIVODIC *et al.*, 2010).

Segundo Sikor *et al.* (2010) é possível consdierar três princípios gerais para o reconhecimento dos direitos dos povos da floresta em futuras ações de REDD+:

O primeiro princípio é a participação dos povos da floresta na tomada de decisão política sobre seus próprios assuntos. A participação requer o uso de procedimentos na elaboração e na execução de políticas públicas que incentivam a participação, no controle democrático sobre as florestas e na condução dos assuntos locais de forma que envolvam a participação da comunidade. Para o REDD+, este princípio implica na necessidade de abrir processos de decisão em escala local, nacional e mundial para os povos da floresta e suas organizações representativas. Participação na tomada de decisões pode ser reforçada de muitas maneiras, tais como a descentralização da gestão florestal para os governos eleitos locais e participação dos moradores na gestão das florestas locais.

A distribuição equitativa dos benefícios da floresta é o segundo princípio. Este princípio não foi reconhecido pela AWG-LCA. A distribuição equitativa pode assumir a forma de redistribuição da posse da floresta para reparar a exclusão histórica da propriedade aos povos da floresta, como já está acontecendo em muitos países. O referido princípio também pode exigir uma distribuição equitativa dos benefícios derivados das florestas, como conceder aos povos da floresta pagamentos por serviços ambientais, e os lucros gerados por meio de parcerias empresa-comunidade. Para o REDD+, este princípio implica que os seus benefícios devem ser distribuídos entre os povos da floresta e outras partes interessadas, de forma equitativa.

O reconhecimento das experiências, da cultura, da indentidade e visões dos povos da floresta é o terceiro princípio. O reconhecimento das diferenças sociais e culturais ajuda a superar estigmas associados aos povos da floresta no sentido de evitar a perda de culturas

diversas. Tal princípio demanda do REDD+ o reconhecimento explícito das identidades sociais, das experiências históricas de exclusão, do estilo de vida desejável e das economias habituais.

Conforme Larson (2010), não há garantias de que as comunidades locais conservarão as florestas se tiverem mais direitos. No entanto, uma vez que os direitos são conquistados no papel, o trabalho real começa nos processos de execução que são muitas vezes repletos de oposição e reivindicações concorrentes, bem como de desafios logísticos e de governança. Concorrências econômicas em áreas florestais podem envolver invasões de terras por camponeses pobres, ricos fazendeiros e empresas interessados em pecuária, agricultura em grande escala ou madeira; concessões de mineração ou petróleo, ou a expansão de áreas protegidas para a conservação e turismo. O fim desses conflitos depende, pelo menos em parte, da eficácia das organizações comunitárias e do papel desempenhado pelo Estado.

Para Peskett *et al.* (2008) há uma variação considerável nos riscos e benefícios relativos às políticas e medidas possíveis para alcançar os objetivos de REDD+. Algumas opções como o manejo florestal comunitário, tem potencial para produzir benefícios em favor das comunidades locais, enquanto que outras podem contribuir melhor para os objetivos nacionais de desenvolvimento, com potencial de benefícios indiretos para as referidas comunidades. Este autor ressalta também que muitos mecanimos de REDD+ irão criar uma nova forma de mercadoria comerciável, sob a forma de direitos de carbono. Estes podem influenciar o modo como a terra é gerenciada por longos períodos de tempo e de quem recebe os benefícios do REDD+. Direitos de carbono também são susceptíveis de serem ligados à propriedade da terra. Assim, enquanto a propriedade da terra não for clara, é improvável que o REDD+ possa trazer benefícios significativos para as comunidades locais.

2.4 POLITICA NACIONAL EM PSA E REDD+

A política ambiental brasileira tem se apoiado sobre tudo em instrumentos de comando e controle. Estes instrumentos demonstram-se limitados para deter a corrente devastação ambiental no país. E, apesar da avançada legislação repressiva, a lacuna na fiscalização e a consequente impunidade constituem verdadeiro incentivo negativo para a preservação ambiental (ALTMANN, 2010). Assim uma política ambiental que se ampare, principalmente, em controle e fiscalização, implica em altos custos de implementação. Além disso, muitos dos mais de 500 mil pequenos agricultores na Amazônia Legal não poderiam cumprir com a

legislação ambiental sem comprometer, em muitos casos, sua baixa qualidade de vida (WUNDER, 2008).

Um exemplo de mecanismo de PSA no Brasil foi a escolha pelo Governo brasileiro, desde 2003, do Programa de Desenvolvimento Socioambiental da Produção Familiar Rural (PROAMBIENTE) (IRIGARAY, 2010). Este programa surgiu a partir de reivindicações de setores da sociedade civil, mais especificamente ligados à produção familiar rural, e foi transformado em política pública nacional, atrelada ao Ministério do Meio Ambiente (WUNDER, 2008). O programa fornece aos agricultores facilidades de crédito para as práticas de produção sustentável para aumentar os fluxos de serviços ambientais provenientes da agricultura. O Proambiente está atualmente sendo testado em toda a Amazônia brasileira (BÖRNER *et al.*, 2007).

Foi enviado ao Congresso Nacional, em 05 de junho de 2009, o Projeto de Lei n. 5.487, que tem por finalidade instituir a Política Nacional dos Serviços Ambientais, o Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais, bem como estabelecer formas de controle e financiamento desse programa.

O artigo 2º deste Projeto de Lei traz os seguintes conceitos:

Artigo 2º Para os fins desta Lei, consideram-se:

...

II - pagamento por serviços ambientais: retribuição, monetária ou não, às atividades humanas de restabelecimento, recuperação, manutenção e melhoria dos ecossistemas que geram serviços ambientais e que estejam amparadas por planos e programas específicos;

III - pagador de serviços ambientais: aquele que provê o pagamento dos serviços ambientais nos termos do inciso II;

IV - recebedor do pagamento pelos serviços ambientais: aquele que restabelece, recupera, mantém ou melhora os ecossistemas no âmbito de planos e programas específicos, podendo perceber o pagamento de que trata o inciso II.

Segundo Altmann (2010) pelo conceito do inciso II do referido Projeto de Lei a retribuição a qual se refere pode ser feita em espécie ou através de qualquer outra recompensa lícita, é dirigida a proprietários ou não proprietários (posseiros, povos e comunidades tradicionais, povos indígenas) de áreas contendo ecossistemas que geram serviços ambientais. Também considera que no caso do inciso III, que o pagador de serviços ambientais é o beneficiário da preservação dos serviços (princípio do usuário-pagador) e não necessariamente aquele que adquire tais serviços no livre mercado. Entende-se que nesse

particular reside a sustentabilidade financeira do sistema de PSA, pois o beneficiário é solicitado pelo Estado a pagar pelo fluxo de serviços ambientais garantidos pelos provedores. Quanto ao inciso IV o autor ressalta que não são todos aqueles que desenvolvem tais atividades que receberão a retribuição do PSA, mas tão somente aqueles que voluntariamente assumirem tais condutas no âmbito de um programa ou plano específico.

No Estado do Amazonas, a Lei 3.135 de 05 de junho de 2.007 instituiu o Programa Bolsa Floresta. Este programa tem por objetivo instituir o pagamento por serviços e produtos ambientais às comunidades tradicionais pelo uso sustentável dos recursos naturais, conservação, proteção ambiental e incentivo às políticas voluntárias de redução de desmatamento.

Baseado no conceito de PSA prestados pelos moradores de unidades de conservação (UCs) estaduais de uso sustentável, o programa possui quatro componentes: o Bolsa Floresta Familiar que é o mais conhecido; o Bolsa Floresta Associação; o Bolsa Floresta Social e o Bolsa Floresta Renda. É gerenciada pela Fundação Amazonas Sustentável (FAS), fundada em dezembro de 2007, como uma instituição público-privada, sem fins lucrativos. A justificativa foi que delegar a política pública a uma organização não governamental garantiria a continuidade dela, mesmo diante da alternância de grupos políticos partidários concorrentes no poder executivo no Estado do Amazonas (BRIANEZI, 2010).

No entanto, segundo Wunder (2008) o potencial de efetividade de PSA. Tanto o programa Bolsa Floresta quanto o PROAMBIENTE não têm demonstrado seu potencial de adicionalidade de forma explícita. Realizado, na sua fase inicial, em unidades de conservação, o programa Bolsa Floresta ainda precisa demonstrar que os serviços ambientais remunerados são adicionais sob restrições decorrentes da regulamentação de uso dos recursos naturais dessas unidades.

O Estado do Acre criou através da Lei nº 2.308 de 22 de outubro de 2010, o Sistema Estadual de Incentivos a Serviços Ambientais (SISA) e o Programa de Incentivos por Serviços Ambientais (ISA) – Carbono com destaque para os seguintes artigos:

Artigo 1º Fica criado o Sistema Estadual de Incentivos a Serviços Ambientais - SISA, com o objetivo de fomentar a manutenção e a ampliação da oferta dos seguintes serviços e produtos ecossistêmicos:

I - o sequestro, a conservação, a manutenção e o aumento do estoque e a diminuição do fluxo de carbono;

II - a conservação da beleza cênica natural;

III - a conservação da sociobiodiversidade;

IV - a conservação das águas e dos serviços hídricos;

V - a regulação do clima;

VI - a valorização cultural e do conhecimento tradicional ecossistêmico; e VII - a conservação e o melhoramento do solo.

...

Artigo 20. Fica criado o Programa de Incentivo a Serviços Ambientais - Carbono – ISA Carbono, vinculado à redução de emissões de gases de efeito estufa oriundos de desmatamento e degradação, ao fluxo de carbono, ao manejo florestal sustentável e à conservação, manutenção e aumento dos estoques de carbono florestal (REDD+).

Artigo 21. O Programa ISA Carbono deverá respeitar os seguintes princípios específicos, além daqueles estabelecidos no art. 2º desta lei:

I - realização de constante monitoramento da cobertura florestal, com a mensuração da redução, em relação à linha de base estabelecida, das emissões de dióxido de carbono oriundas do desmatamento e degradação florestal, bem como a verificação e o relato destas emissões às autoridades competentes no âmbito nacional e internacional;

II - manutenção e incremento dos estoques de carbono pela conservação, manejo e restauração da floresta; e

III - permanência das reduções de emissão e/ou manutenção do estoque de carbono, na forma definida pelo regulamento do programa.

Conforme Neves e Lima (2010) o Estado do Acre está efetivamente implantando uma política de valorização dos serviços ambientais das florestas, como foco na conservação da biodiversidade e na redução das emissões de gases de efeito estufa. Programas de PSA e em especial de REDD, se configuram muito importantes, mas possuem limitações, devendo ser vistos como aquilo que ele é: uma parte da solução e não a tábua de salvação para os Estados Amazônicos, mas um elemento importante e respeitável de um sistema que lhe é muito mais complexo. Sua utilização deve estar associada ao emprego de instrumentos de comando e controle que efetivamente possam coibir comportamentos ilegais que causam severos danos ao bioma amazônico (IRIGARAY, 2010).

No Estado do Amapá foi encaminhado à Assembleia Legislativa em 04 de abril de 2010 o Projeto de Lei 036 de 2010 que institui o PSA no Estado do Amapá. No referido Projeto de Lei fica destacado como principal beneficiário do PSA os Povos da Floresta (comunidades locais e povos indígenas), inclusive na modalidade REDD, conforme pode ser observado nos seguintes artigos:

Artigo 1°. Fica instituído o Programa de Pagamento por Serviços Ambientais - PSA, direcionado ao proprietário de área rural, extrativista, indígena e quilombo no Estado do Amapá, que destinar parte de sua propriedade para fins de preservação e conservação da cobertura florestal e que atenda às exigências desta Lei.

§ 1°. Equipara-se ao proprietário de área rural, para fins desta Lei, o arrendatário ou detentor do domínio legal de propriedade rural, proprietários de servidão ambiental e moradores do entorno de Unidades de Conservação Estadual ou Federal, a qualquer título de comprovação.

...

Artigo 3°. O PSA tem como objetivo recompensar financeiramente o proprietário rural indígena, extrativista e quilombola em função do valor econômico dos serviços ambientais prestados por sua área destinada para cobertura florestal, nas seguintes modalidades:

...

IV - fixação e sequestro de carbono para fins de minimização dos efeitos das mudanças climáticas globais, traduzidos por projetos de MDL (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo) e REDD (Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação).

O Governo do Estado do Amapá através do Instituto Estadual de Florestas do Amapá (IEF-AP) em parceria com o Instituto de Pesquisas Cientificas e Tecnológicas do Estado do Amapá (IEPA) e do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) criou o Projeto Carbono Amapá, com objetivos principais de quantificar os estoques de carbono da Floresta Estadual do Amapá e estudar e avaliar as potencialidades de seus recursos naturais.

Entre as justificativas do Projeto Carbono Amapá destaca-se:

A criação de Florestas Estaduais de Produção que proporcionará ao Governo do Estado do Amapá uma atuação ativa na administração do seu patrimônio florestal, através de modelos de concessão de uso, que dentre outros aspectos possibilitarão maior segurança aos investidores, menor custo na imobilização de capital em terras e impostos rurais, redução ou eliminação de conflitos fundiários e facilidades de acesso ao mercado de produtos certificados. Nesse sentido, estimativas de biomassa se inserem num contexto essencial para utilização de recursos que não sejam a derrubada pura e simples da cobertura vegetal no espaço geoeconômico, de incentivo às iniciativas locais, de abertura de novas perspectivas econômicas para o desenvolvimento sustentável, de promoção social, de redução de dependências externas, de democratização e de preservação da soberania (IEF-AP, 2008).

Assim, incentivos positivos inauguram uma nova fase no Direito Ambiental Brasileiro, antes concentrado na repressão do dano ambiental. O princípio do provedor-recebedor determina que a sociedade deva recompensar aqueles que contribuírem para a preservação do meio ambiente, alcançando uma função promocional ao Direito (ALTMANN, 2010). O pagamento por esses serviços ecológicos prestados constitui importante alternativa jurídico-política para conter o desmatamento e a degradação natural e adicionalmente melhorar a condição de vida da população local (IRIGARAY, 2010).

2.5 VIABILIDADE ECONÔMICA UTILIZANDO ANÁLISE DE RISCO

2.5.1 Risco e Incerteza

Há muitas definições de risco e incerteza. O que é importante na caracterização e análise é que não há um entendimento consistente destes dois aspectos na avaliação de um projeto. O uso do termo risco como sinônimo de incerteza, como por vezes é o caso do setor financeiro, não só torna redundante a palavra risco, mas também pode mascarar a realidade de uma situação (ROSS, 2004).

A incerteza reflete a incapacidade de estimar um valor exato. É a falta de conhecimento, ou o nível de ignorância, sobre um determinado fenômeno que pode ser minimizado por medições adicionais ou mais estudos sobre tal fenômeno (WU; TSANG, 2004). A questão de como definir e medir diferentes tipos de incertezas é particularmente crítica na análise de fenômenos de grande consequência, por exemplo, a mudança climática global.

A identificação e quantificação de incertezas ajudam a esclarecer o que é conhecido e o que não é. Estas incertezas são muitas vezes ignoradas principalmente nos estudos de políticas públicas de questões controversas ou politicamente sensíveis (PATÉ-CORNELL, 1996). A incerteza pode ser representada por uma distribuição contínua que descreve uma série de estimativas e sua probabilidade relativa de ocorrência, ou seja, por uma Função Densidade de Probabilidade (FDP) (ROSS, 2004).

Quanto ao risco, este pode ser definido como sendo a probabilidade de um evento discreto irá ou não ocorrer e é geralmente utilizado em relação a um resultado negativo, então o termo chance pode ser empregado onde uma conotação negativa não é necessariamente apropriada. O risco é representado por uma única estimativa de probabilidade e pode ser considerado como uma estimativa do grau de incerteza. No entanto, em contraste com o risco, deve-se notar que no caso de uma distribuição contínua de incerteza, os valores de probabilidade são sempre relacionados a uma série de estimativas, nunca a um resultado discreto (ROSS, 2004).

2.5.2 O método Simulação de Monte Carlo (SMC)

Annan (2001) descreve que modelos de sistemas naturais são inevitavelmente concebidos como representações simplificadas da realidade. Mesmo se a estrutura das equações do modelo seja perfeita, ainda haverá erros na saída do modelo, devido à imprecisão das condições iniciais e dos valores dos parâmetros do modelo. Estes parâmetros podem representar coeficientes, que são temporal e espacialmente invariantes, mas apenas conhecida com precisão limitada, ou podem representar o efeito de processos, que estão fora do limite do modelo. Na tentativa de compreender a confiabilidade do desempenho do modelo, e da incerteza associada com as previsões do modelo, vários métodos têm sido desenvolvidos e utilizados que visam incorporar a incerteza inerente de parâmetros para o modelo de alguma forma. Entre estes métodos está a Simulação de Monte Carlo (SMC).

O método leva este nome devido à famosa roleta de Monte Carlo, no Principado de Mônaco. Seu nome bem como o desenvolvimento sistemático do método data de 1944 quando da Segunda Grande Guerra, época em que foi usado como ferramenta de pesquisa para o desenvolvimento da bomba atômica (JUNQUEIRA; PAMPLONA, 2002).

O método SMC é um meio eficaz de lidar com a incerteza quando os modelos são complexos, com não linearidades e com diferentes tipos de correlações (MORGAN; HENRION, 1990 citado em PELTONIEMI et al., 2006). É um algoritmo computacional usado para avaliar as incertezas de um resultado em uma avaliação de risco. O processo envolve, primeiramente, a identificação e avaliação das principais variáveis que servirão como entrada no modelo. Para cada variável é atribuída uma distribuição probabilística que melhor descreve o grau de incerteza em torno do valor esperado. O modelo combina essas entradas para gerar um valor estimado para o resultado. O processo é então repetido milhares de vezes para gerar uma distribuição de probabilidade dos possíveis resultados. Este método tem a vantagem adicional de ajudar a minimizar o viés de cenários mais otimistas ou mais pessimistas (ALMANSA; MARTÍNEZ-PAZ, 2011).

O método SMC necessita de um gerador de números randômicos para as variáveis aleatórias. Desta forma, foi desenvolvido pelos matemáticos japoneses Makoto Matsumoto e Takuji Nishimura em 1998 um gerador chamado Mersenne Twister (MT) para ser utilizado em simulação de Monte Carlo. Este gerador de números randômicos baseia-se em profundos fundamentos teóricos da matemática discreta e álgebra abstrata. O MT gera uma sequência pseudoaleatória de alta qualidade e muito eficiente que o qualificam para ser utilizado em grandes simulações estatísticas (MAZZOTI, 2009).

O SMC também é recomendado pelo IPCC como um método para estimar a incerteza dos inventários de GEE (PELTONIEMI *et al.*, 2006) e tem sido amplamente utilizado no contexto da modelagem ecológica (WU; TSANG, 2004).

Alguns pacotes de software comercial e livre estão disponíveis para o SMC, por exemplo, Crystal Ball (Decision Engineering Inc) e o @RISK (Palisade Corporation). A vantagem da SMC é a sua aplicabilidade geral e que não impõe muitas hipóteses sobre distribuições de probabilidade e correlações. A principal limitação é o tempo para executar grandes modelos computacionais e da enorme quantidade de resultados que nem sempre são simples de analisar (REFSGAARD *et al.*, 2007).

Conforme Tamubula e Sinden (2000) o @RISK é uma add-in de software que atribui a capacidade de análise de risco para o Microsoft Excel, ou software de planilha eletrônica semelhante. O software @RISK oferece todas as capacidades para criar, executar, analisar e exibir os resultados no estilo familiar de menus e funções do Excel. O modelo @RISK, como um add-in, calcula a habitual gama de transformações matemáticas. O programa permite ao usuário definir os valores das células na planilha como distribuições de probabilidade, com uma função distinta para cada célula. Os valores para cada célula são recolhidos a partir da sua distribuição por Monte Carlo ou técnicas Hipercubo Latino. A seleção de uma distribuição de probabilidades para cada variável ou célula é difícil, mas a distribuição triangular tem sido amplamente utilizada. Ela é definida por três parâmetros, ou seja, o mínimo ou menor resultado possível da variável, o resultado mais provável e o máximo ou maior resultado. Cada um desses três valores do parâmetro deve ser especificado para cada variável.

2.5.3 O Método SMC aplicado às decisões de investimento na área ambiental

Segundo Hildebrandt e Knoke (2011) as técnicas de avaliação financeira estão lentamente se infiltrando na gestão relacionada aos ecossistemas. Os decisores muitas vezes se vêem confrontados com horizontes de tempo extremamente longo e muitas incertezas. Isso requer abordagens de avaliação cuidadosa, que muitas vezes são desconsidereadas. Atualmente, a maximização da robustez financeira é provavelmente a abordagem mais adequada para muitas decisões de longo prazo, principalmente no setor florestal. O desenvolvimento desta abordagem parece ser possível e necessária. No entanto a avaliação financeira adequada não está suficientemente desenvolvida dentro da ciência florestal. A análise financeira dos investimentos é especialmente difícil, por exemplo, na silvicultura,

devido ao caráter de longo prazo de muitas decisões. A receita líquida positiva, muitas vezes está em um futuro longíncuo e incerto. Assim, os gestores de ecossistemas devem decidir ainda hoje onde investir o dinheiro. Devido ao fato de que o retorno financeiro e outros efeitos benéficos dos investimentos de hoje, muitas vezes, serão recebidos por gerações vindouras, então a incerteza deve ser integrada nos processos de decisão daqueles. A maioria das abordagens em avaliação financeira está baseada em comparações de distribuições de probabilidade estimada de resultados possíveis de investimentos, por exemplo, o retorno financeiro e o Valor Presente Líquido (VPL). Um método rotineiramente utilizado para obter as distribuições de probabilidade para tomada de decisão sob incerteza é o SMC.

No distrito de Embu (Kenia) a erosão do solo devido ao cultivo intensivo e excesso de chuvas na base de suas encostas levaram os agriculores a enfrentarem a escassez de forragens para o gado, a falta de lenha, e rendimentos limitados. Esses problemas poderiam ser resolvidos através da introdução de tiras de capim napier, ou de sistemas agroflorestais.

O estudo realizado por Tamubula e Sinden (2000) teve como objetivo comparar a sustentabilidade e rentabilidade das tiras de capim napier, e dos sistemas agroflorestais contra a agricultura tradicional. A eficiência econômica e o risco foram avaliados pela modelagem no @RISK. A análise com o software @RISK determinou: a média e a distribuição do valor presente líquido (VPL). O VPL é a soma de um fluxo de valores presentes dos benefícios líquidos, e um valor presente. É o equivalente descontado de um benefício futuro líquido (SINDEN; THAMPAPILLAI, 1995 citado em TAMUBULA; SINDEN, 2000).

No referido estudo foi definida a distribuição de probabilidade para cada variável, tal como a quantidade produziada ou o preço, em cada ano dentro de um horizonte de tempo determinado. Isso resultou em um conjunto de valores para cada variável, para cada ano e o VPL então foi calculado. Este processo se repetiu por um grande número de vezes (500 neste caso). O VPL de todas estas interações foi resumido em uma FDP, onde foi possível determinar o valor mínimo, a média e o máximo e também a probabilidade a ser alcançada pelo VPL.

No estudo realizado por Silva *et al.* (2007) o método SMC foi aplicado para avaliar o risco de investimento em dois sitemas de produção agrícola: o de precisão e o convencional, utilizando culturas de milho e soja no Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. Os custos de produção envolvidos nos sistemas de precisão e convencional de agricultura foram estimados e os indicadores de rentabilidade e viabilidade para ambos os sistemas foram aplicados em ambas às culturas em condições de risco. Os indicadores utilizados para avaliar a viabilidade econômica nos dois sistemas de produção foram o valor presente líquido (VPL) e a taxa

interna de retorno (TIR). A TIR faz com que o VPL do fluxo de caixa do investimento seja igual a zero. Essa taxa torna o valor presente dos lucros futuros equivalentes aos dos custos do projeto, caracterizando assim o retorno sobre o capital investido.

No referido estudo, foi utilizado o software @RISK, por envolver elementos aleatórios relacionados à produção, ao preço de venda e ao preço de entrada (GITTINGER, 1982 citado por SILVA et al., 2007). Além disso, a análise de sensibilidade foi utilizada para identificar as variáveis aleatórias com maior impacto sobre os indicadores econômicos. Também foi utilizada a distribuição triangular para as variáveis aleatórias devido a falta de informações sobre sua distribuição de probabilidade. Além disso, 50.000 iterações foram feitas para cada sistema de produção. O software @RISK é capaz de gerar milhares de iterações de forma a assegurar um melhor resultado. A análise mostrou menor capacidade de atração de investimento para o sistema convencional do que para o sistema de precisão, embora com uma pequena diferença nos valores e os resultados obtidos através das simulações levou à conclusão de que os riscos são baixos para os dois sistemas de produção analisados (SILVA et al., 2007).

O SMC também foi utilizado por Bellassen e Gitz (2008) no trabalho intitulado REDD na República dos Camarões – Avaliação de custos e benefícios, que teve por objetivo avaliar o mecanismo de reduções compensadas (RC) para o REDD que atualmente está em discussão no âmbito das mudanças climáticas na UNFCCC. O mecanismo de RC consiste na criação de incentivos econômicos para reduzir as emissões resultantes do desmatamento tropical, dando um valor monetário para o carbono armazenado nas árvores, criando assim um incentivo financeiro para a proteção da floresta, transformando florestas tropicais em bens valiosos e aumentando a probabilidade de que elas serão protegidas (SANTILLI *et al.*, 2005 citado por. BELLASSEN; GITZ, 2008).

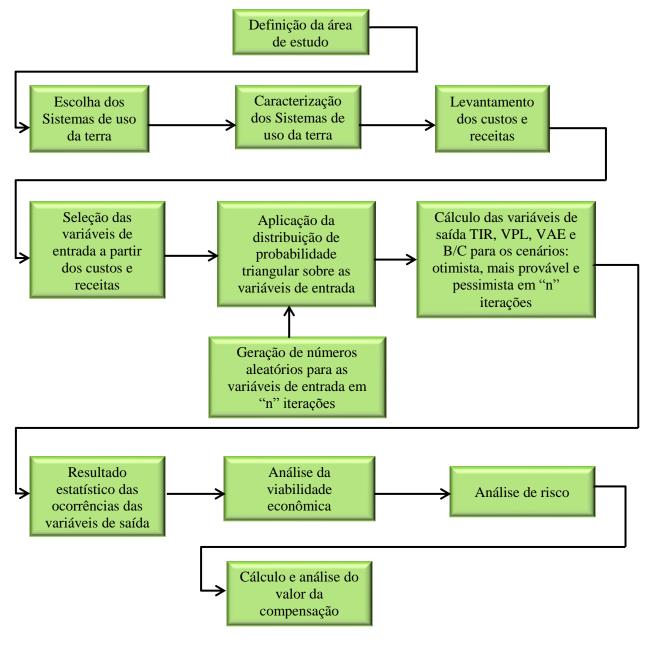
O trabalho procurou encontrar justificativas econômicas para a preservação da floresta versus agricultura itinerante em Camarões. Para isso, foi necessário calcular o preço de equilíbrio do carbono (CO₂), ou seja, o preço a partir do qual financeiramente começa a ser mais interessante o empreendimento em reduções compensadas do que a escolha para o cultivo em uma parcela de terra. Desta forma, o trabalho avaliou o diferencial de rendimentos que um agricultor poderia obter a partir de um hectare de terra para duas alternativas de uso: a agricultura itinerante, o padrão de uso da terra tradicional no sul de Camarões, ou os créditos de carbono como uma compensação para a conservação da floresta primária. O preço de equilíbrio ficou em \$ 2,85/tCO₂e (toneladas de CO₂ equivalente) para realizar a troca da agricultura itinerante para a redução compensada. Este resultado sugere que para os preços do

carbono independentemente das variações na taxa de desconto já poderia ser mais rentável preservar a floresta primária (BELLASSEN; GITZ, 2008). Estes autores observam que o escopo da referida análise limitou-se aos custos de oportunidade das reduções compensadas e não avaliou os custos de transação e os riscos associados com a implementação efetiva dos programas e projetos destinados à redução do desmatamento.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Para um melhor entendimento da metodologia aplicada neste trabalho a Figura 1 apresenta as principais etapas para elaboração das análises da viabilidade econômica e da compensação do custo de oportunidade utilizando análise de risco com Simulação de Monte Carlo para os três sistemas de uso da terra aqui tratados.

Figura 1 – Principais etapas para elaboração das análises da viabilidade econômica e da compensação do custo de oportunidade, utilizando Simulação de Monte Carlo para três sistemas de uso da terra no Estado do Amapá.



Fonte: Elaborado pelo autor

3.1 ÁREAS DE ESTUDO

De acordo com Domingues (2004), o Estado do Amapá ocupa uma área de 142.828 Km², com sua maior parte localizada ao norte do equador. Estende-se, aproximadamente, de um grau de latitude sul, a partir da confluência com o rio Jarí, na embocadura do rio Amazonas até quase cinco graus de latitude norte, onde se limita com a Guiana Francesa. É limitado a leste pelo Oceano Atlântico, ao sul, sudeste e oeste pelo Estado do Pará e a noroeste faz fronteira com a Guiana Francesa e o Suriname. O Estado do Amapá sintetiza em seu território grande parte da diversidade dos ecossistemas amazônicos que, em conjunto, representam três grandes unidades de paisagens. Na faixa da planície costeira a presença de lagos, várzeas, terrenos alagados e pantanosos, que caracterizam uma intensa diversificação de ambientes, cuja interação solo-água-clima resultou na predominância de ambientes de vegetação arbustiva e herbácea e extensas áreas de manguezais, que se estendem ao litoral do Estado. São as áreas de natureza inundáveis. Para o interior, alcançando os terrenos da formação Barreiras, as características dos solos, intensamente lixiviados, associados às condições climáticas, onde os períodos de estiagem são bem marcados, propiciaram a conservação de áreas de campos de natureza savaníticas ou cerrados. Nas terras mais elevadas, de terra firme, onde o relevo já se encontra bastante dissecado até alcançar as montanhas do Tumucumaque a oeste, predominam uma vegetação densa de porte elevado.

Este estudo levará em conta as áreas de natureza florestal de terra firme e de natureza inundáveis devido aos sistemas de uso da terra, aqui tratados, predominarem nestas respectivas áreas.

A Figura 2 apresentada em: a) as três grandes unidades de paisagens e b) a divisão municipal do Estado do Amapá.

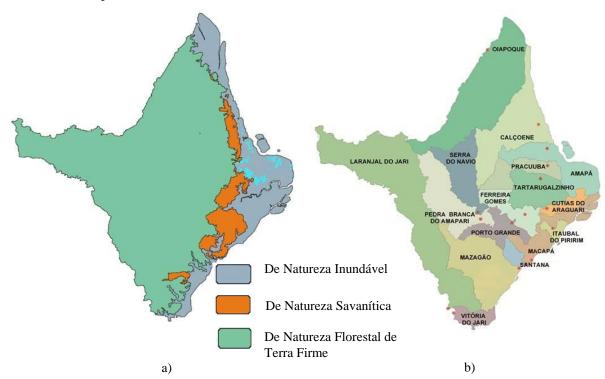


Figura 2 - Distribuição das três grandes unidades de paisagens e divisão municipal no Estado do Amapá

Fonte: a) Macro diagnóstico do Estado do Amapá, Primeira Aproximação do ZEE (IEPA, 2008); b) Atlas das Unidades de Conservação do Estado do Amapá. (MMA/IBAMA; GEA/SEMA, 2008).

3.1.1 Área de natureza florestal de terra firme

Esta paisagem ocupa a maior área do Estado e se caracteriza fisionomicamente pela presença de uma grande massa florestal contínua com características estruturais e funcionais definidas, atribuídas ao substrato de terra firme. Sua homogeneidade fisionômica é de floresta de alto porte, apesar de envolver tipologias diferenciadas ligadas a alterações de relevo e solo principalmente. A floresta densa de terra firme é o tipo de vegetação mais representativo da região, cuja área de distribuição corresponde a uma superfície aproximada de 103.081,58km² e equivalente a 78,86% da área total do Estado. O histórico do aproveitamento desse tipo de floresta se traduz na exploração seletiva de madeira, práticas de agricultura itinerante, mais recentemente formação de pastagem e atividades extrativistas de algumas espécies, com destaque para a castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) (IEPA, 2008).

3.1.2 Área de natureza inundável

A área homogênea de natureza inundável compreende toda a porção mais exterior do Estado do Amapá, que se situa como elemento de ligação entre os meios aquáticos exteriores e a terra firme interior. Sua condição ambiental básica de inundação dá-se em função dos regimes de marés e climático a que está submetida. A região perfaz 26.604,31 km², cerca de 18,55% da área total do Estado, estendendo-se com diferenciações locais, desde o extremo norte até o extremo sul. Desta área: 0,56% são águas superficiais, 1,94% manguezais, 4,85% floresta de várzea e 11,20% campos de várzea. Em termos de uso e ocupação, as várzeas e os sistemas fluviolacustres (campos e matas inundáveis, lagos permanentes e temporários) situam-se como os mais relevantes, pois apresentam atividades socioeconômicas diversificadas, centradas na ocupação ribeirinha, exploração extrativista, pesca e desenvolvimento de pecuária extensiva, principalmente a bubalina (IEPA, 2008). Esta atividade na região dos campos inundáveis vem ao longo dos anos causando danos ao meio ambiente devido ao manejo inadequado do sistema solo-planta-animal. Um dos impactos mais negativos está relacionado à infestação das pastagens nativas da região por uma planta tóxica conhecida como algodão-bravo (*Ipomoea carnea*) que já ocupa mais de 120 mil hectares de campos inundáveis do Estado do Amapá. Desta forma diminuindo a disponibilidade de pastagem, resultando no declínio da atividade pecuária na região (THOMAZINI, 2008).

A Figura 3 apresenta a distribuição das áreas de natureza inundável do Estado do Amapá.

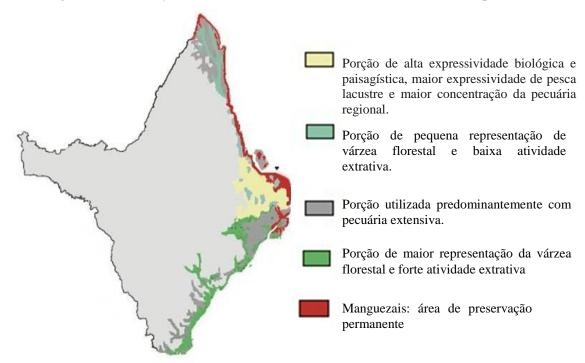


Figura 3 - Distribuição das áreas de natureza inundável do Estado do Amapá

Fonte: Macro diagnóstico do Estado do Amapá, Primeira Aproximação do ZEE (IEPA, 2008).

A população do Estado do Amapá vem crescendo de forma acelerada. Segundo dados do IBGE em 1991 a população era de 289.397 habitantes passando para 669.526 em 2010. O Estado possui uma distribuição espacial desequilibrada da população, com 75% dos habitantes residindo em apenas dois municípios, Macapá e Santana. Com exceção destes, a densidade populacional é muito baixa, chegando a 4,69 habitantes/km² em 2010 para todo o Estado e ficando em menos de 2 habitantes/km² em 10 dos 16 municípios. A população e a densidade demográfica estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - População e densidade demográfica do Estado do Amapá

Municípios	Área (km) ²	População em 2010	Densidade (hab/km²)			
Amapá	9.176	8.069	0,88			
Calçoene	14.269	9.000	0,63			
Cutias	2.114	4.696	2,22			
Ferreira Gomes	5.046	5.802	1,15			
Itaubal	1.704	4.265	2,50			
Laranjal do Jari	30.972	39.942	1,29			
Macapá	6.409	398.204	62,13			
Mazagão	13.131	17.032	1,30			
Oiapoque	22.625	20.509	0,91			
Pedra Branca do Amaparí	9.495	10.772	1,13			
Porto Grande	4.402	16.809	3,82			
Pracuúba	4.956	3.793	0,77			
Santana	1.580	101.262	64,09			
Serra do Navio	7.756	4.380	0,56			
Tartarugalzinho	6.710	12.563	1,87			
Vitória do Jarí	2.483	12.428	5,01			
Total	142.828	669.526	Dens.média 4,69			

Fonte: Elaborado pelo autor baseado nos dados do IBGE 2010

3.2 OS SISTEMAS DE USO DA TERRA ANALISADOS

Cultivo e extração de açaí para produção de frutos em área de várzea, plantio de mandioca para produção de farinha em área de terra firme e cria extensiva de búfalos de corte em área de campos inundáveis são os sistemas de uso da terra analisados neste estudo. A escolha dos referidos sistemas levou em consideração a importância econômica e os impactos que estas atividades podem causar ao meio ambiente no Estado do Amapá.

3.2.1 Cultivo e extração de açaí para produção de frutos em área de várzea

Açaí (*Euterpe oleracea Mart*.) é uma espécie tropical que tem um fruto de cor roxa agrupadas em cachos (RUFINO *et.al*, 2010). É uma palmeira amplamente difundida e cultivada em regiões da Amazônia. A polpa da fruta tem um grande consumo para bebidas e na preparação de alimentos. Uma grande variedade de produtos comercializáveis é produzida a partir desta palmeira, mas os frutos esféricos, que são principalmente colhidos entre julho e dezembro são seu mais importante produto comestível (MARTINS *et al.*, 2008).

A polpa do açaí adicionada de água prepara uma espessa mistura de cor púpura escura, com uma aparência de superfície oleosa e sabor característico. Esta é usada para produzir bebidas energéticas, sorvete, geléia e licor. Desta forma, o açaí ganhou os mercados de exportação comercial para uso em uma variedade de alimentos e bebidas, favorecido por tendências internacionais de consumo para a saúde, bem estar, novidade e sabores exóticos (PACHECO-PALENCIA et al., 2009). Assim há excelentes oportunidades comerciais para a exportação de polpa, inclusive para os mercados do Hemisfério Norte e vários outros países, na forma de mix ou mistura de açaí e guaraná (YOKOMIZO et al., 2010).

O açaí tem também um alto teor de fibras alimentares, 71% de matéria seca e 20,82% de óleo, bem como uma alta capacidade antioxidante (RUFINO *et.al.*, 2010). O fruto tem um diâmetro de 10-20 mm, cerca de 80% de seu tamanho é coberto com uma camada de fibras. O potencial dos compostos naturais à base de fibras como reforço em matrizes de polímeros e borracha tem recebido considerável atenção para seus aspectos econômicos e ecológicos, e as suas excelentes propriedades específicas (MARTINS *et al.*, 2008).

A coleta de frutos de açaí assumiu importância na economia extrativista, obtendo renda e ocupação para as populações ribeirinhas. Além disso, a atividade pode ser desenvolvida com baixo impacto na diversidade florestal desde que siga orientações simples de planos de manejo (QUEIROZ, 2004).

Historicamente o açaí tem sido gerido apenas em solos de várzea úmida. Análise etnográfica indica ainda que atualmente esta palmeira está sendo incorporada em áreas de terra firme, áreas não sujeitas a inundações ou oscilações diárias das marés. Essas novas áreas de produção mostram um progressivo abandono da agricultura itinerante para a gestão intensiva do açaí. No entanto a literatura ecológica, que documentam a produção do açaí na Amazônia não explica adequadamente os novos sistemas de gestão do açaí em áreas de terra firme e os fatores que estão estimulando a instigar essa transição (PACHECO-PALENCIA *et al.*, 2009). A expansão do cultivo em áreas de terra firme tem apresentado resultados altamente heterogêneos quanto à produtividade e qualidade dos frutos (YOKOMIZO et al., 2010).

Segundo Ferreira (2006), na região amazônica, o açaí é consumido com farinha de mandioca, associado ao peixe, camarão ou carne, sendo o alimento básico para as populações de origem ribeirinha. As sementes são utilizadas para artesanato e adubo orgânico. A planta fornece ainda um ótimo palmito e suas folhas são utilizadas para cobertura de casas. Este autor destaca também que cerca de 80% da produção de frutos têm origem no extrativismo,

enquanto que os 20% restantes são provenientes de açaizais manejados e cultivados em áreas de várzeas e terra firme.

A palmeira de açaí constitui uma das espécies mais representativas da floresta de várzea no Estado do Amapá. Sendo que esta corresponde a 4,85% da superfície total do Estado e constitui o segundo maior ambiente florestado da região, considerando estrutura, diversidade e representatividade espacial (IEPA, 2008). A presença das espécies, a densidade, a frequência e a dominância resultam da influencia da maré, do tipo de solo, das condições de umidade do solo, de suas características genéticas e principalmente das ações executadas pelo homem, no uso dos recursos do ambiente (QUEIROZ, 2004).

Segundo Homma *et al* (2006) o Estado do Pará é o maior produtor consumidor de açaí do Brasil. Na entressafra é abastecido com frutos oriundos dos Estados do Amapá e Maranhão. No entanto a produção do Estado do Amapá é oriunda de municípios paraenses, principalmente Chaves e Afuá. As safras de frutos de açaí dependem do período chuvoso. No período de menos chuva no lado amapaense, os frutos são fornecidos pela região do lado paraense e no período de menos chuva no lado paraense, os frutos são fornecidos pela região do lado amapaense (QUEIROZ, 2004).

3.2.2 Plantio de mandioca para produção de farinha em áreas de terra firme

A mandioca (*Manihot esculenta Crantz*), também conhecida como macaxeira é um arbusto perene lenhoso que está bem adaptado à baixa fertilidade, solos muito ácidos, que são comuns na Amazônia. É cultivado ao longo dos trópicos. Geralmente por pequenos agriculturoes sem mecanização ou insumos (WILSON, 2003).

Conforme Cock (1982) as raízes frescas de mandioca contêm 30 a 40% de matéria seca e têm um teor de amido que se aproxima de 85% da matéria seca. Nos países desenvolvidos, onde é um alimento de menor importância, a mandioca é conhecida apenas nas formas de tapioca, fécula ou flocos, ou como componente de rações animais. Nos países em desenvolvimento, no entanto, é um alimento básico importante. Depois do arroz, do milho e da cana de açúcar, a mandioca é a quarta fonte mais importante na dieta de calorias produzidas nos trópicos. No entanto, a mandioca tem uma rápida deterioração fisiológica e microbiana após a colheita. Assim, grande parte das raízes é transformada em uma variedade de alimentos, utilizando diversos métodos, incluindo a secagem, torrefação, fritura e vapor (FRANCK et al., 2010)

Embora a mandioca não seja um alimento completo, é importante como uma fonte barata de calorias. A cultura tem um potencial de alto rendimento em boas condições, e comparadas com outras culturas pode oferecer a possibilidade de utilizar terras marginais para aumentar a produção agrícola total. A demanda futura de mandioca fresca pode depender de melhores métodos de armazenamento. O mercado de mandioca como substituto de farinhas de cereais em produtos de panificação e como fonte de energia em rações para alimentação animal é suscetível de expansão (COCK, 1982)

Segundo Alves e Cardoso (2007) apesar de todas as restrições ambientais conhecidas, o preparo de área (que varia de 1 a 3 hectares), ainda consiste no clássico sistema de derruba e queima, iniciando com a operação de "broca" que é a eliminação da vegetação de sub-bosque. Posteriormente efetua-se a derrubada da vegetação de maior porte, com o auxílio de machados. Quando o roçado está seco realiza-se a queimada. Após essa operação vem a coivara, que consiste no amontoamento e queima dos galhos que restaram.

O plantio da mandioca no Estado do Amapá é realizado através do sistema de agricultura migratória, baseado no sistema itinerante de "roças" herdado dos indígenas. Áreas de mata de terra firme são derrubadas e queimadas. Os terrenos de baixada, sujeitos a encharcamentos periódicos, são inadequados para o plantio da mandioca, por provocarem um pequeno desenvolvimento das plantas e o apodrecimento das raízes. Após anos sucessivos de cultivo a área torna-se improdutiva, devido ao esgotamento da fertilidade do solo, sendo abandonada pelo agricultor. Neste contexto, a produção de mandioca é considerada como um dos grandes responsáveis pela degradação ambiental no Estado do Amapá (MATTOS; BEZERRA, 2003).

Toda a produção do Estado do Amapá está voltada para a produção de farinha, que apresenta rendimento de 30%, ou seja, para cada100 kg de raízes se produz 30 kg de farinha. A área plantada é distribuída em 3 fases distintas da cultura, ou seja, uma área em fase de colheita, uma em maturação e outra destinada aos novos plantios. Os nativos são os tradicionais produtores de mandioca, particularmente no município de Oiapoque, maior produtor de farinha do Estado (DOMINGUES, 2004).

O sistema de produção da mandioca caracteriza-se pelo uso intensivo de mão-de-obra familiar, incluindo muitas vezes mão-de-obra contratada; na forma de "meia". A maior parte da produção de mandioca (80%) provém das áreas florestais, caracterizadas por solos pobres e ácidos, o que dificulta o desenvolvimento da agricultura (MATTOS; BEZERRA, 2003). O sistema de "meia" assume diversas formas, sendo o mais comum o sistema no qual o

proprietário da terra, além da terra, assume o preparo do solo e a aquisição do adubo. Ao produtor cabem as demais despesas, ou seja, plantio, aplicação do adubo, tratos culturais e colheita (CARDOSO *et al.*, 2009).

3.2.3 Cria extensiva de búfalos de corte em área de campos inundáveis

Segundo Sheikh *et al.* (2006) os búfalos, introduzidos na bacia amazônica em 1895, tem ganhado aceitação como uma alternativa ao gado bovino. Na América do Sul o búfalo tem um desempenho favorável na produção de carne e laticínios impressionando os pecuaristas por sua resistência às doenças comuns da espécie bovina, ganho de peso superior ao bovino, produtos de alta qualidade do leite e da carne, bem como a capacidade para engordar em uma vasta gama de gramíneas. A capacidade de suportar, e até mesmo prosperar em condições difíceis na planície de inundação parece ter feito do búfalo a escolha popular entre os pecuaristas de várzea. Na várzea, no entanto, as características favoráveis para criação de búfalos têm sido contestadas por alegações de que eles são uma ameaça potencial para o ecossistema e às práticas tradicionais de uso da terra.

O Estado do Amapá, segundo o IBGE possui o segundo maior rebanho de bubalinos, com 201.898 cabeças, ficando atrás apenas do Estado do Pará, com 442.405 cabeças de búfalos. Estes foram introduzidos no Estado do Amapá na década de 50, através da ilha do Marajó e constitui o segmento mais expressivo da pecuária no Estado. Caracteriza-se por ser preferencialmente rebanho de corte, criado de forma extensiva em pastagens naturais, nos campos inundáveis, com mão-de-obra essencialmente familiar. Na grande maioria, o proprietário efetivamente não cria, apenas compra e solta o gado no pasto (DOMINGUES, 2004). O búfalo criado de forma extensiva provoca um violento impacto ambiental e compromete a biodiversidade (MONTEIRO, 2009).

Durante o período chuvoso, de janeiro a julho, época em que os campos inundáveis estão alagados, parte do rebanho permanece nas pastagens nativas de cerrado, que se caracterizam pela baixa disponibilidade de forragem, baixa capacidade nutricional, e baixíssima capacidade de suporte de pastagens. Neste período ocorre significativa perda de peso dos animais. As pastagens nativas representam a principal fonte de alimentação dos rebanhos bubalinos, no verão, época do baixar das águas, chegam a suportar 3 cabeças/ha (DOMINGUES, 2004).

Assim, com o desaparecimento da vegetação nativa a população de várias espécies de animais silvestres tem diminuído. Além disso, ao buscarem novas áreas para se alimentarem

os búfalos tem invadido os manguezais, colocando em risco o equilíbrio desse ecossistema. Desta forma, a bubalinocultura vem causando sérios problemas ambientais na região dos lagos, particularmente no município de Amapá e no vale do Araguari (MONTEIRO, 2009). Segundo Bárbara (2010) a qualidade da água do rio Araguari já apresenta sinais claros de degradação mediante uma série de pressões antrópicas tal como a criação de búfalos na região.

Neste sentido Brito (2008) afirma que ao longo do curso do referido rio os impactos ambientais tem sua origem principalmente na criação extensiva de búfalos, espécie altamente impactante, pois compacta significativamente o solo, destrói as margens dos rios, acentua as modificações geomorfológicas dos ambientes próximos e desencadeia uma série de problemas de proliferação de espécies vegetais nocivas ao próprio pasto.

3.3 ESTOQUES DE CARBONO ESTIMADO PARA AS ÁREAS DE TERRA FIRME E DE NATUREZA INUNDÁVEL

A exploração dos sistemas de uso da terra aqui tratados ocorre predominantemente em duas grandes áreas do Estado do Amapá: a área de terra firme, para o plantio da mandioca para produção de farinha, e área de natureza inundável (floresta de várzea e campos inundáveis) para o cultivo e extração de açaí para produção de frutos e cria extensiva de búfalos de corte respectivamente.

3.3.1 Estoque de carbono em áreas de terra firme

O estoque de carbono estimado para a área de terra firme neste trabalho foi baseado no resultado da análise dos dados do Projeto Carbono Amapá.

A área destinada aos estudos do referido projeto é conhecida como Módulo IV da Floresta Estadual do Amapá (FLOTA-AP) e fica nas proximidades dos municípios de Calçoene e Oiapoque.

Foi utilizado o método destrutivo ou direto. Este método consiste em derrubar e pesar um número significativo de árvores em parcelas fixas de uma determinada área, obtendo assim a quantidade de biomassa que está presente em um hectare da área de estudo (ANDRADE, HIGUCHI, 2009).

O estoque médio de carbono para árvores vivas com Diâmetro à Altura do Peito $(DAP) \ge 10$ cm ficou estimado em 179,94 tC/ha \pm 7,6 com intervalo de confiança (IC) de 95% (informação verbal)¹.

O Instituto Estadual de Florestas do Amapá (IEF-AP), responsável pela execução do Projeto Carbono Amapá, ainda não divulgou nenhum documento oficial dos resultados já obtidos. A falta de dados oficiais sobre o projeto criam dificuldades em trabalhos de pesquisas que abordem o carbono em florestas no Estado do Amapá.

Conforme o Plano Anual de Outorga Florestal do Amapá (PAOF-AP) as áreas selecionadas e definidas para a FLOTA-AP possuem quatros módulos distintos que compreendem uma área descontínua estimada em 2.369.410 hectares (GEA, 2010) e estão distribuídas conforme apresentado na Figura 4.

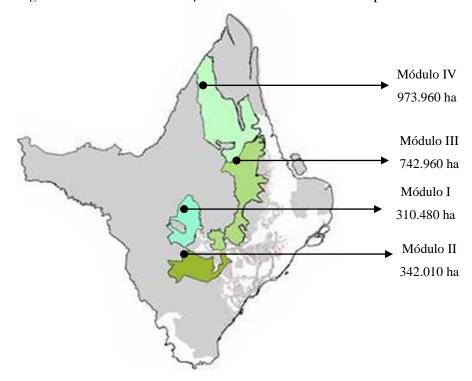


Figura 4 - Módulos definidos para Floresta Estadual do Amapá

_

Fonte: PAOF-AP 2010

¹ Entrevista com o Diretor Presidente do Instituto Estadual de Florestas do Amapá (IEF-AP) em maio de 2010

3.3.2 Estoque de carbono em área de natureza inundável

Devido a ausência de estudos sobre estoque de carbono em área de natureza inundável no Estado do Amapá, especificamente floresta e campos de várzea, foi considerado como estimativa o valor de 134,30 tC/ha. Valor este obtido no trabalho realizado por Santos *et al.* (2004) para a estimativa da biomassa seca acima do solo e estoque de carbono de sistemas agroflorestais (SAF) nas várzeas do rio Juba, comunidade da Ilha do Juba, Cametá, Estado do Pará. Um dos estados da Amazônia brasileira e vizinho do Estado do Amapá.

Tal consideração levou em conta de que as florestas de várzea na região estuarina do Estado do Amapá são dominadas por palmeiras, destacando-se o açaí (*Euterpe oleracea*). Esta espécie é considerada mais importante no município de Mazagão, cuja composição florística de suas florestas de várzeas comparada a outras florestas de várzeas da Amazônia apresenta similaridade de ocorrência de 55% das espécies (CARIM *et al.*, 2008).

O trabalho realizado por Santos *et al.* (2004) utilizou o método indireto para estimar a biomassa seca a partir dos dados de um inventário florestal realizado em sete parcelas de 0,25 hectares. Em média foram inventariados 2.594 indivíduos/ha. No método indireto ou não destrutivo as estimativas são produzidas a partir de dados de inventários florestais que foram executados com a finalidade de planejar a exploração e o manejo florestal (HIGUCHI *et al.*, 1998).

Segundo o referido trabalho, o açaí foi à espécie mais abundante e importante com 54% dos indivíduos. O cacau apresentou 26% dos indivíduos e as demais espécies (árvores) representaram 20% dos indivíduos. Foi medido o DAP e estimada a altura total (H) de todos os indivíduos com DAP ≥ 5 cm. O estoque de carbono contido na biomassa seca total média foi de 134,30 tC/ha. As árvores estocaram 131,63 tC/ha (98 %), o açaí 2,01 tC/ha (1,5 %) e o cacau 0,65 tC/ha (0,5 %). O estoque de carbono médio dos SAF estudados (idade média de 12 anos) representou em média 23 % a mais do carbono estocado em florestas de várzeas na Amazônia brasileira.

3.4 FORMAÇÃO DO FLUXO DE CAIXA

Para cada sistema de uso da terra analisado foi considerado o fluxo de custos e receitas em um período de doze anos e o preço médio da terra para o Estado do Amapá. Este obtido do Anuário da Agricultura Brasileira (AGRIANUAL, 2007).

Os dados do plantio da mandioca para produção de farinha são específicos para o Estado do Amapá e datam do ano de 2002 (MATTOS; BEZERRA, 2003), enquanto que os do cultivo e extração de açaí para produção de frutos datam de 2006 e referem-se às regiões da Amazônia de maior produção com destaque para os municípios de Cametá, Furos de Breves e Arari no Estado do Pará (FERREIRA, 2006).

O fluxo de caixa elaborado para a cria extensiva de búfalos de corte foi adaptado com base na bovinocultura de cria extensiva para o Estado de Mato Grosso do Sul, obtidos do Anuário da Pecuária Brasileira (ANUALPEC, 2007), por não existir de maneira satisfatória, para o Estado do Amapá, dados referentes aos custos e receitas relativos à criação extensiva de búfalos de corte.

Para atualizar os valores na mesma linha do tempo, utilizou-se o Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI) ² da Fundação Getúlio Vargas (FGV). Desta forma, todos os valores considerados neste estudo estão corrigidos até março de 2011.

3.4.1 Fluxo de caixa para o cultivo e extração de açaí para produção de frutos em área de várzea

A Tabela 3 apresenta o preço médio da terra, os coeficientes técnicos, os custos de produção, assim como as receitas para o cultivo e extração de açaí para produção de frutos em área de várzea. Os coeficientes técnicos foram estimados até o sétimo ano, quando a produção deverá se manter estável até o fim do período de doze anos. A partir do referido fluxo de caixa foi possível extrair a produção média de frutos, que ficou em 5,09 t/ha.

Os preços considerados foram corrigidos pelo IGP-DI utilizando o índice de correção igual a 1,3281 para o período de dezembro/2006 a março/2011 para os custos de produção e receitas e o índice de 1,3553 para o período de agosto/2006 a março/2011 para o preço médio da terra no Estado do Amapá.

-

² O Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna é apurado mensalmente pela Fundação Getúlio Vargas. É um dos indicadores de variações de preços adotados na economia nacional e registra a inflação de preços desde matérias-primas agrícolas e industriais até bens e serviços finais.

Tabela 3 - Preço médio da terra, coeficientes técnicos, custos de produção e receitas estimados por hectare para o cultivo e extração de açaí para produção de frutos em área de várzea. Preços corrigidos pelo IGP-DI para março de 2011.

Egnacificação			Quantidade por ano								
Especificação	Unid.	Preço (R\$)	1	2	3	4	5	6	7		
Custos											
Preparo da área	d/h ³	15,94	30	0	0	0	0	0	0		
Marcação	d/h	15,94	1	0	0	0	0	0	0		
Abertura de covas	d/h	15,94	5	0	0	0	0	0	0		
Plantio	d/h	15,94	1	0	0	0	0	0	0		
Roçagem	d/h	15,94	24	24	16	16	8	8	8		
Coroamento	d/h	15,94	6	6	0	0	0	0	0		
Desbaste	d/h	15,94	0	1	1	1	1	1	1		
Colheita	rasa	3,98	0	0	0	72	108	191	302		
Piquetes	mil	13,28	0,4	0	0	0	0	0	0		
Mudas	uma	0,66	420	0	0	0	0	0	0		
Rasas de arumã ⁴	uma	3,22	0	0	0	5	7	12	19		
Receitas											
Produção	rasa (28 Kg)	15,94	0	0	0	72	108	191	302		
Preço médio da terra	R\$/ha	170,77									

Fonte: (FERREIRA, 2006) - adaptado pelo autor.

 $^{^3}$ d/h = dias/homem 4 Cesta ou rasa de arumã é uma medida local que consiste em duas latas de 20 litros, aproximadamente 28 Kg, é confeccionada com talos de arumã (Ischnosiphon ovatus Kcke).

O lucro líquido por hectare foi estimado para o período total de doze anos e está apresentado na Figura 5.

4000,00 3.235 3.235 3.235 3000,00 Lucro líquido estimado (R\$/ha) 2000,00 954 1000,00 0,00 4 5 7 9 6 10 11 537 999 -1000,00 -2000,00

Figura 5 - Lucro líquido estimado por hectare para o cultivo e extração de açaí para produção de frutos em área de várzea.

Fonte: Elaborado pelo autor

O gráfico da Figura 5 indica que nos três primeiros anos há somente custos com implantação e manutenção, em que o primeiro ano apresenta o maior valor negativo devido aos custos iniciais com o cultivo. Neste período não há geração de receitas, por isso o lucro líquido negativo. A partir do quarto ano as receitas superam os custos e o lucro líquido se apresenta positivo de forma progressiva até o sétimo ano, a partir do qual se mantem estável até o fim do período de 12 anos.

3.4.2 Fluxo de caixa para o plantio de mandioca para produção de farinha em área de terra firme.

O sistema escolhido para o plantio de mandioca foi o cultivo em fileira simples ou solteiro. Neste sistema a quantidade de manivas para o plantio de um hectare é de 10.000 unidades, com um espaçamento de 1,0 m entre plantas e 1,0 m entre fileiras de plantas. O plantio, tratos culturais e fitossanitários e a colheita são realizados de forma manual. O rendimento médio estimado neste sistema foi de 60 sacos de 50 kg de farinha no sistema de "meia" (MATTOS; BEZERRA, 2003).

Neste estudo também foi adotado o ciclo curto ou precoce de doze meses e a relação de que 100 kg de raízes produzem em média 30 kg de farinha de mandioca, ou seja, um rendimento de 30%.

A Tabela 4 apresenta o preço médio da terra, os coeficientes técnicos, custos de produção e receitas para o plantio de um hectare de mandioca para produção de farinha em área de terra firme.

As estimativas são apresentadas até o sexto ano e se repetem com o ciclo de doze meses (ciclo precoce) e seguem até o fim do período de doze anos. Por este sistema, a produção de raízes ficou estimada em 10 t/ha e a de farinha em 3 t/ha.

Os preços considerados nas estimativas dos custos de produção e receitas foram corrigidos pelo IGP-DI utilizando o índice de correção igual a 2,1141 para o período de abril/2002 a março/2011 e o índice de 1,3553 para o período de agosto/2006 a março/2011 para o preço médio da terra no Estado do Amapá.

Tabela 4 - Preço médio da terra, coeficientes técnicos, custos de produção e receitas estimados por hectare para o plantio de mandioca para produção de farinha em área de terra firme. Preços corrigidos pelo IGP-DI para março de 2011.

Especificação	Unid.	Preço	Quantidade por ano							
		·	1	2	3	4	5	6		
Custos										
Formicida	Pacote 500g	10,57	4	4	4	4	4	4		
Uréia	Kg	2,11	70	70	70	70	70	70		
Superfosfato triplo	Kg	2,11	150	150	150	150	150	150		
Cloreto de potássio	Kg	2,11	70	70	70	70	70	70		
Calcário dolomítico	t	211,41	1	1	1	1	1	1		
Destoca manual	d/h	21,14	20	20	20	20	20	20		
Aração/gradagem/distrib. Calcário	d/Tr	52,85	5	5	5	5	5	5		
Corte e transporte de manivas	d/h	21,14	5	5	5	5	5	5		
Seleção e preparo de manivas	d/h	21,14	3	3	3	3	3	3		
Plantio em covas	d/h	21,14	10	10	10	10	10	10		
Aplicação de formicida	d/h	21,14	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50		
Capinas manuais(03)	d/h	21,14	30	30	30	30	30	30		
Colheita de raízes	d/h	21,14	0	20	20	20	20	20		
Fabricação de farinha	d/h	21,14	0	14	14	14	14	14		
Receitas										
Produção	Saca (50Kg)	84,56	0	60	60	60	60	60		
Preço médio da terra	R\$/ha	170,77								

Fonte: (MATTOS; BEZERRA, 2003) - adaptado pelo autor.

O lucro líquido estimado para o período total de doze anos está apresentado na Figura 6.

2000 1500 Lucro Ifquido estimado (R\$/ha)) 1000 500 0 2 3 5 7 12 Ano 4 6 8 9 11 10 -500 -1000

Figura 6 - Lucro líquido estimado por hectare para o plantio de mandioca para produção de farinha em área de terra firme.

Fonte: Elaborado pelo autor

-1500-2000 -2500 -3000

Pelo gráfico da Figura 6 é possível observar que para o primeiro ano o lucro líquido se apresenta com valor negativo. Isto ocorre devido aos custos iniciais do plantio sem geração de receitas. A partir do segundo ano o lucro líquido se apresenta positivo, pois há receitas com a colheita que superam os custos do plantio, mantendo-se constante até o fim do período analisado de 12 anos.

Para a análise foi considerada a produção efetiva por hectare sem levar em conta o período de pousio que depende da necessidade do agricultor e varia de um a dois anos. Neste sentido há uma diminuição da fertilidade do solo ao longo de cada ciclo influenciando diretamente na produção.

3.4.3 Fluxo de caixa para cria extensiva de búfalos de corte em área de campos inundáveis

Neste trabalho não foram encontrados dados registrados sobre receitas e custos relativos à cria extensiva de búfalos de corte no Estado do Amapá. Para estimar os referidos custos e receitas foi necessário utilizar o fluxo de caixa da bovinocultura de corte, cria extensiva, para 500 Unidades Animal (UA)⁵ no Estado de Mato Grosso do Sul (ANUALPEC,

⁵ Uma UA equivale a 450 kg de peso vivo

2007). Desta forma, aquele fluxo de caixa foi adaptado levando em consideração que no Amapá a cria extensiva ocorre em sua maioria em pastagens naturais de campos inundáveis e com mão-de-obra familiar. Assim, não foram considerados no fluxo de caixa os custos com folha de pagamento de empregados, com pastagens, com tratores e veículos e com insumos como sal mineralizado e ração.

A Tabela 5 apresenta a estimativa dos custos de produção e receitas para 500 UA de cria extensiva de búfalos de corte em área de campos inundáveis no Estado do Amapá. Os preços considerados nas estimativas dos custos de produção e receitas foram corrigidos pelo IGP-DI com índice de correção igual a 1,3281 que faz a correção do período de dezembro/2006 a março/2011.

Tabela 5 - Coeficientes técnicos, custos de produção e receitas estimados para 500 UA de cria extensiva de búfalos de corte em área de campos inundáveis no Estado do Amapá. Preços corrigidos pelo IGP-DI para março de 2011.

Especificação	Preço (R\$)
Custos	
Vacinas	1.791,61
Vermífugos	521,94
Benfeitorias	16.574,69
Compra de gado	5.366,85
Viagens	2.065,20
Contabilidade	345,31
Diversos	7.475,87
Total de custos	34.141,47
Receitas	
Vendas (cabeças)	159.336,14

Fonte: (ANUALPEC, 2007) - adaptado pelo autor.

Para estimar o lucro líquido por hectare foi necessário encontrar o valor dos custos de produção e receitas por UA, assim como a capacidade de suporte de pastagens que neste trabalho foi estimado em 3 cabeças/ha (DOMINGUES, 2004), que equivale, pela conversão de 0,9 UA/cabeça (VALENTIM; ANDRADE, 2009) a 2,7 UA/ha/ano.

A produção de búfalos em pastagens nativas em áreas inundáveis resulta em média, por cabeça, ao peso vivo de 405 kg em 24 meses, peso indicado para comercialização (TONHATI; FACIOLA, 2004).

A Tabela 6 apresenta a estimativa dos custos de produção e receitas por UA, considerando uma capacidade de suporte de pastagens de 2,7 UA/ha/ano. Apresenta também o preço médio da terra para o Estado do Amapá que foi atualizado pelo IGP-DI com índice de correção igual a 1,3553 que faz a correção do período de agosto/2006 a março/2011.

Tabela 6 - Custos de produção e receitas estimados por hectare para cria extensiva de búfalos de corte em área de campos inundáveis no Estado do Amapá. Preços corrigidos pelo IGP-DI para março de 2011.

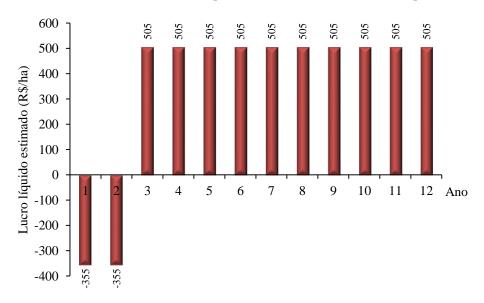
Especificação	Preço (R\$)	Ano											
Custos		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
UA	Capacidade de suporte de pastagens (UA/ha/ano)												
	00,20	2,7											
Receitas		1 2 3 4 5 6				6	7	8	9	10	11	12	
UA 318,67	318 67	Capacidade de suporte de pastagens (UA/ha/ano)											
	310,07	0 0 2,7											
Preço médio da terra (R\$/ha)	170,77												

Fonte: Elaborada pelo autor

O lucro líquido estimado para o período total de doze anos está apresentado na Figura

7.

Figura 7 - Lucro líquido estimado por hectare para cria extensiva de búfalos de corte em áreas de campos inundáveis no Estado do Amapá.



Fonte: Elaborado pelo autor

Verifica-se pela Figura 7 que o lucro líquido positivo se inicia a partir do terceiro ano. Isto ocorre devido não haver receitas durante o período inicial de 2 anos (24 meses), período este em que o búfalo alcança 405 kg de peso vivo, peso necessário para comercialização. A partir do terceiro ano o lucro líquido se mantém constante e positivo até o fim de 12 anos. O que indica que as receitas com as vendas superam os custos de produção.

3.5 AVALIAÇÃO ECONÔMICA

Para realizar a avaliação econômica os seguintes indicadores financeiros foram utilizados: Valor Presente Líquido (VPL), Valor Anual Equivalente (VAE), Relação Custo-Benefício (B/C) e Taxa Interna de Retorno (TIR). Estes indicadores foram utilizados em vários trabalhos de avaliação econômica ambiental (ROBERTSON *et al.*, 2004; BALMFORD, *et al.*, 2002; ALVARADO *et al.*, 2008; HOMMA, 2010; BENTES-GAMA *et al.*, 2005; TAMUBULA e SINDEN, 2000; SILVA *et al.*, 2007; BELLASSEN e GITZ, 2008).

3.5.1 Valor Presente Líquido (VPL)

O valor presente líquido (VPL) é o conceito econômico de lucro a partir de um fluxo de benefícios e custos ao longo do tempo (TAMUBULA; SINDE, 2000). É compreendido como a quantia equivalente, na data zero, de um fluxo financeiro, descontando-se a taxa de juros determinada pelo mercado. Desta forma, devem-se trazer os valores dos investimentos, dos custos e receitas de cada período de tempo para os valores atuais (DOSSA *et al.*, 2000).

Um VPL positivo (VPL>0) indica que a taxa de retorno esperada do projeto é superior à taxa de desconto, atendendo a taxa de retorno exigida e, portanto, economicamente viável (ROBERTSON *et al.*,2004).

Observa-se também que o VPL, quando adotado como parâmetro de decisão, avalia apenas os valores de receita e custo inseridos no fluxo de caixa, sem que haja um tratamento matemático mais sofisticado para as possíveis variações, seja nas receitas, seja nos custos (LIMA *et al.*, 2008).

O VPL pode ser representado pela equação:

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

Sendo que: R_j = receitas do período j; C_j = custos no período j; i = taxa de desconto; j = período de ocorrência de R_j e C_j ; n = duração do período em anos ou em número de períodos de tempo.

3.5.2 Valor Anual Equivalente (VAE)

O VPL, em temos de lucro, pode ser convertido em um valor anual equivalente (VAE) (BRYAN *et al.*, 2010). O VAE Indica que, no final de cada período de investimento anual, o somatório dos valores descontados representa o VPL do fluxo financeiro da atividade (DOSSA *et al.*, 2000). O VAE pode ser representado pela equação:

$$VAE = VPL\left(\frac{i((1+i)^n)}{(1+i)^n - 1}\right)$$
(2)

Sendo que; $\mathit{VPL} = Valor$ presente líquido; n = duração do período em anos; i = taxa de desconto.

3.5.3 Razão Benefício/Custo (B/C)

A razão B/C indica quantas unidades de capital recebido como benefício é obtida para cada unidade de capital investido (DOSSA *et al.*, 2000). Este indicador é calculado pela divisão do valor presente dos benefícios pelo valor presente dos custos. Se o valor presente dos custos ultrapassarem o valor presente dos benefícios, a relação B/C será menor que a unidade, (B/C <1), indicando que o projeto não é viável (ROBERTSON *et al.*, 2004). Assim, o projeto será considerado viável economicamente, se apresentar o valor da relação maior que a unidade, (B/C >1), sendo tanto mais viável quanto maior for esse valor (SANGUINO *et al.*, 2007). A razão B/C pode ser representada pela seguinte equação:

$$B / C = \frac{\sum_{j=0}^{n} Rj \left(\frac{1}{(1+i)^{j}} \right)}{\sum_{j=0}^{n} Cj \left(\frac{1}{(1+i)^{j}} \right)}$$
(3)

Sendo que Rj = receita no final do ano j; Cj = custo no final do ano j; i = taxa de desconto; n = duração do período em anos.

3.5.4 Taxa Interna de Retorno (TIR)

A TIR é uma taxa de desconto no qual o VPL dos benefícios é igual ao VPL dos custos econômicos. Ela pode ser considerada como a taxa de juros que anula o VPL de um fluxo de caixa. A TIR representa a eficiência marginal do capital e corresponde, em última análise, à taxa de lucratividade esperada dos projetos de investimento. Portanto, quanto maior for a TIR mais desejável será o investimento (DOSSA *et al.*, 2000).

A TIR deve ser superior a uma dada taxa de juros *i*, tomada como comparação e que reflita o custo de oportunidade do capital. Como esse critério é de longo prazo, é importante que se tome a Taxa de Juros de Longo Prazo (TJLP)⁶ (SANGUINO, 2007). No Brasil a TJLP ficou e média nos últimos 12 anos em 8,80% a.a⁷.

A TIR deve tornar a seguinte igualdade verdadeira:

$$\sum_{j=0}^{n} Rj \left(\frac{1}{(1+TIR)^{j}} \right) = \sum_{j=0}^{n} Cj \left(\frac{1}{(1+TIR)^{j}} \right)$$
 (4)

Sendo que: TIR = Taxa interna de retorno; as demais variáveis já foram definidas anteriormente.

⁶ A Taxa de Juros de Longo Prazo (TJLP) foi instituída pela Medida Provisória nº 684, de 31/10/94. É a taxa utilizada pelo governo na correção de seus papéis e como indexador básico de contratos de financiamento do Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES).

⁷ Disponível em:

http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes pt/Institucional/Apoio Financeiro/Custos Financeiros/Tax a de Juros de Longo Prazo TJLP/>.

3.6 MODELAGEM

Foi utilizado para o desenvolvimento do modelo o software @RISK (Palisade Corporation). Este software faz análise de risco utilizando simulação de Monte Carlo em planilha do Microsoft Excel ou software de planilha eletrônica semelhante conforme descrito por Tamubula e Sinden (2000). A versão do @RISK foi a 5.5/2010 para planilha Microsoft Excel 2010.

Para a presente análise foram consideradas como variáveis de entrada do modelo os custos e as receitas de cada sistema de uso da terra aqui analisados conforme apresentado nos seus respectivos fluxos de caixa. Assim em decorrência dos valores aleatórios gerados por àquelas obteve-se a variável lucro líquido. Diversos autores utilizaram custos e receitas como variáveis de entrada em modelos utilizando @RISK (TAMUBULA; SINDEN, 2000; BENTES-GAMA *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2007; BELLASSENA; GITZB, 2008).

A distribuição de probabilidade escolhida para as variáveis de entrada foi a triangular. A justificativa desta escolha está descrita no trabalho realizado por Tamubula e Sinden (2000) e Wu e Tsang (2004). A variação para as respectivas variáveis foi de -10% e +10% que é a variação utilizada como padrão pelo software @RISK 5.5.1/2010 (PALISADE CORPORATION, 2010).

Para melhor entendimento, a Figura 8 apresenta a distribuição triangular para a variável de entrada custo no preparo da área, extraída do fluxo de caixa cultivo e extração de açaí para produção de frutos em área de várzea de valor igual a R\$15,94.

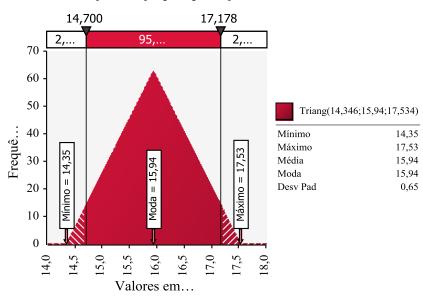


Figura 8 - Distribuição triangular da variável de entrada custo no preparo da área no valor de R\$ 15,94, extraída do fluxo de caixa cultivo e extração de açaí para produção de frutos em área de várzea.

Fonte: Gerado pelo software @RISK.

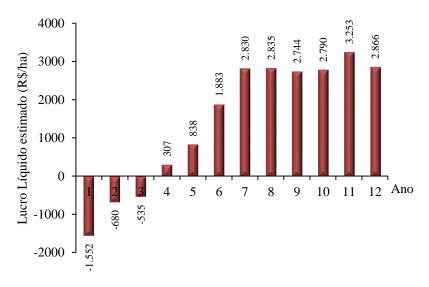
É possível verificar na Figura 8 que o @RISK estimou para a referida variável de entrada, de forma aleatória, o menor valor que esta pode assumir indicado pelo parâmetro mínimo igual a R\$ 14,35; o maior valor indicado pelo parâmetro máximo igual a R\$ 17,53, o mais provável indicado pela moda igual a R\$ 15,94 e os valores entre o mínimo e o máximo que indicam a incerteza para a variável em questão.

Os dados incertos de uma entrada são especificados como uma distribuição de probabilidade e através do uso repetido de um grande número de iterações de valores das variáveis de entrada o @RISK identifica a faixa de possíveis resultados para as varáveis de saída (PALISADE CORPORATION, 2010).

Os indicadores financeiros VPL, VAE, TIR e B/C foram considerados como as variáveis de saída e foram obtidas a partir da variável lucro líquido dentro do período considerado de 12 anos. Este período foi baseado em estudos de sistemas agroflorestais feitos por Bentes-Gama *et al.* (2005) e Santos *et al.* (2004).

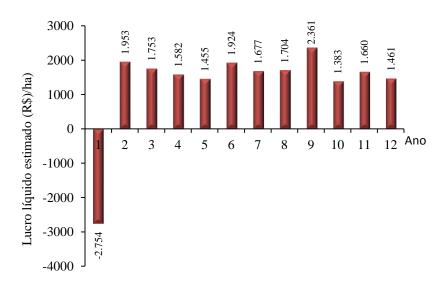
Para o período considerado de doze anos, a variável lucro líquido assumiu, em cada ano, valores diferenciados para cada sistema de uso da terra devido aplicação da distribuição triangular às variáveis custos de produção e receitas. As Figuras 9, 10 e 11 apresentam os novos valores do lucro líquido para os referidos sistemas.

Figura 9 - Lucro líquido estimado por hectare para o cultivo e extração de açaí para produção de frutos em área de várzea após aplicação da distribuição triangular às variáveis de entrada receitas e custos de produção.



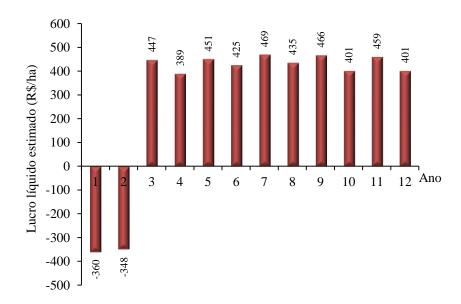
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 10 - Lucro líquido estimado por hectare para o plantio de mandioca para produção de farinha em área de terra firme após aplicação da distribuição triangular às variáveis de entrada receitas e custos de produção.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 11 - Lucro líquido estimado por hectare para cria extensiva de búfalos de corte em áreas de campos inundáveis no Estado do Amapá após aplicação da distribuição triangular às variáveis de entrada receitas e custos de produção.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se pelas Figuras 9, 10 e 11 que devido à aplicação da distribuição triangular, valores aleatórios foram gerados pelas variáveis de entrada custos de produção e receitas, e consequentemente o lucro líquido também variou em cada sistema de uso da terra, o que demonstra a incerteza em cada ano dentro do período analisado.

O número de iterações para o modelo foi fixado em 10.000 para cada simulação, como proposto no trabalho realizado por Bentes-Gama *et al.* (2005), com nível de confiança de 95%, e o gerador de números randômicos utilizado foi o Mersenne Twister (MT) proposto em Mazzoti (2009).

Nas simulações realizadas foram aplicadas aos indicadores financeiros, de cada sistema de uso da terra, as taxas de desconto de 6%, 8% e 10% a.a. que representam o cenário otimista, mais provável e pessimista, respectivamente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos resultados gerados pelo @RISK para as variáveis de saída representadas pelos indicadores financeiros TIR, VPL, VAE e B/C foi possível elaborar tabelas com as distribuições de probabilidade de ocorrência para os referidos indicadores. Obtendo-se desta forma, os possíveis resultados para cada sistema de uso da terra que a seguir serão analisados.

Os indicadores foram avaliados por um conjunto de parâmetros, formado pelo valor mínimo, valor máximo, média, moda, desvio padrão, coeficiente de variação e os percentis. Os percentis identificam a probabilidade de atingir um resultado específico ou valor associado com qualquer nível de probabilidade. Estes dividem os dados em 100 partes iguais, cada um contendo um por cento dos valores totais. O p-ésimo percentil tem p% dos valores abaixo daquele ponto e (100 - p)% dos valores acima. O percentil 60%, por exemplo, é o valor no conjunto de dados para o qual 60% dos valores caem abaixo e 40% acima (PALISADE CORPORATION, 2010).

4.1 RESULTADOS PARA O SISTEMA CULTIVO E EXTRAÇÃO DE AÇAÍ PARA PRODUÇÃO DE FRUTOS EM ÁREA DE VÁRZEA

Os resultados da simulação para o sistema de cultivo e extração de açaí para produção de frutos em área de várzea estão apresentados na Tabela 7. Para um melhor entendimento será analisado o gráfico da Figura 12 que apresenta o histograma e a curva da Função Densidade de Probabilidade do indicador VPL para o cenário representado pela taxa de desconto de 6% a.a. conforme destacado na coluna 3 da referida tabela.

Tabela 7 - Estatísticas das variáveis de saída para o sistema de cultivo e extração de açaí para produção de frutos em área de várzea.

	Variáveis de Saída (cultivo e extração de açaí para produção de frutos em área de várzea)													
			,	VPL (R\$/ha)			VAE (R\$/ha/ano)				B/C			
E	statísticas	TIR(%)	Taxa de Desconto			Tax	Taxa de Desconto							
			6%	8%	10%	6%	8%	10%	6%	8%	10%			
1	Mínimo	30,10	7.852,20	6.275,06	5.084,10	936,59	832,67	746,16	1,76	1,70	1,63			
2	Máximo	42,69	13.072,21	11.057,51	9.166,99	1.559,21	1.467,28	1.345,38	2,44	2,35	2,26			
3	Média	36,56	10.458,47	8.619,77	7.093,51	1.247,46	1.143,80	1.041,07	2,09	2,01	1,93			
4	Desv.Pad.	1,86	902,66	774,87	666,00	107,67	102,82	97,74	0,10	0,10	0,10			
5	Moda	36,94	10.027,26	8.230,11	7.125,54	1.196,02	1.092,09	1.045,77	2,08	2,01	1,86			
6	Coef.Var.	0,050	0,090	0,094	0,093	0,090	0,094	0,093	0,048	0,050	0,054			
	Percentis													
7	10%	34,10	9.273,70	7.587,74	6.207,61	1.106,14	1.006,85	911,05	1,95	1,88	1,80			
8	20%	34,94	9.658,58	7.939,18	6.508,40	1.152,05	1.053,49	955,19	2,00	1,92	1,84			
9	30%	35,55	9.961,07	8.195,96	6.729,83	1.188,13	1.087,56	987,69	2,03	1,95	1,88			
10	40%	36,09	10.214,17	8.409,54	6.911,63	1.218,32	1.115,90	1.014,37	2,06	1,98	1,90			
11	50%	36,58	10.452,31	8.625,43	7.100,12	1.246,72	1.144,55	1.042,04	2,08	2,01	1,93			
12	60%	37,08	10.699,97	8.828,87	7.274,18	1.276,26	1.171,55	1.067,58	2,11	2,03	1,95			
13	70%	37,59	10.940,57	9.048,82	7.462,09	1.304,96	1.200,73	1.095,16	2,14	2,06	1,98			
14	80%	38,17	11.248,09	9.300,87	7.679,53	1.341,64	1.234,18	1.127,07	2,18	2,09	2,01			
15	90%	39,97	11.657,68	9.631,43	7.962,15	1.390,49	1.278,04	1.168,55	2,22	2,14	2,05			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			

Fonte: Elaborado pelo autor com dados obtidos das simulações com o software @RISK.

8740 12211 2,... 95, 2,... 60 100,0% 50 83,3% Valor Presente Líquido 7852.20 40 66,7% Mínimo Máximo 13072,21 10458,47 Média 30 50,0% Moda 10027,26 Desv Pad 902,66 = 1165720 10% 9273,70 33,3% 90% 11657,68 . %06 Valores 10000 10 16,7% 0,0% 14000 8000 12000 7000 0006 10000

Figura 12 - Histograma e curva da função densidade de probabilidade da variável de saída VPL com taxa de desconto de 6% para o sistema de cultivo e extração de açaí para produção de frutos em área de várzea

Fonte: Gerado pelo software @RISK.

Pela análise do histograma se verifica que dentro de um nível de confiança de 95% a incerteza está localizada entre os valores R\$ 7.852,20 e R\$ 13.072,21 indicados pelos parâmetros mínimo e máximo respectivamente e que o valor mais provável está indicado pelo parâmetro moda no valor de R\$ 10.027,26. A curva da função densidade de probabilidade fornece a probabilidade dos possíveis resultados para o referido VPL que estão indicados pelos percentis. Por exemplo, há 10% chances de o VPL assumir um valor menor ou igual a R\$ 9.273,70 e 90% de chances de assumir um valor menor ou igual a R\$ 11.657,68.

Para uma análise de risco deve ser reconhecido que alguns resultados são mais prováveis que outros e deveriam ter mais peso em uma avaliação. Desta forma, pode-se arbitrariamente aumentar o mínimo aceitável ou apontar de forma pouco rigorosa as chances que o valor real possa exceder ou ficar abaixo do valor esperado. O nível de risco está relacionado com a dispersão (espalhamento) da distribuição e a probabilidades dos resultados possíveis. Assim, quanto menor a dispersão da distribuição, com a maior parte das probabilidades associadas ao resultado esperado, menor será o risco. A medida de quão amplamente disperso são os valores em uma distribuição é feita pelo desvio padrão (PALISADE CORPORATION, 2010).

Para uma melhor análise de risco o uso do coeficiente de variação se faz necessário, pois este coeficiente mede com maior precisão as variações de risco e de retorno de uma amostra. Trata-se de análise individual representando a melhor medida de variação da referida

amostra. É a razão entre o desvio padrão do retorno do projeto pelo valor esperado. Assumindo um valor esperado positivo, quanto menor o coeficiente de variação menor será o risco (GIMENES; FAMÁ, 2003). O coeficiente de variação pode ser expresso em termos percentuais multiplicando seu valor por 100. Este coeficiente é comumente encontrado em ensaios agrícolas de campo e é classificado em baixo, quando menor do que 10%; médio, quando no intervalo entre 10% e 20%; alto, quando no intervalo de 20% a 30% e muito alto, quando maior do que 30% (LANA *et al.*, 2005). Nas Tabelas 7, 8 e 9 o desvio padrão e o coeficiente de variação estão representados por Desv.Pad. e Coef.Var. respectivamente.

Prosseguindo com a análise da Tabela 7, se verifica que dos possíveis resultados para TIR em todos os percentis os valores indicados já são muito maiores que às taxas de 6%, 8% e 10% a.a. representativas dos cenários analisados. Esta afirmativa pode ser verificada na análise de percentis que indicou a probabilidade de 10% do referido indicador assumir um valor menor ou igual a 34,10% a.a. (linha 7, coluna 2) da Tabela 7, o que caracteriza que este sistema é bastante viável. A viabilidade também se confirma nos valores positivos assumidos pelo VPL e VAE em todos os cenários e para todos os percentis verificados.

A razão B/C, nos cenários de 6%, 8% e 10% a.a., apresenta valor maior que a unidade (B/C>1), condição para viabilidade econômica, em todos os percentis. E a partir do percentil 50% esta razão tem seu valor duplicado em relação à unidade para as taxas de desconto de 6% e 8 % a.a., por exemplo, para o referido percentil à taxa de 6% a.a. a razão B/C assume valor igual a 2,08 (linha 11, coluna 9) da Tabela 7 e a 8% a.a. o valor da razão B/C é igual a 2,01 (linha 11, coluna 10) da Tabela 7, o que significa dizer que para cada R\$ 1,00 investido há um retorno de R\$ 1,08 e R\$ 1,01 respectivamente o que demonstra uma excelente rentabilidade.

Quanto ao risco, pode-se concluir que o sistema de cultivo e extração de açaí para produção de frutos em área de várzea é de baixo risco. Isto é verificado no valor do coeficiente de variação de cada indicador econômico analisado. Para o VPL, nos cenários de 6%, 8% e 10% a.a., o coeficiente de variação apresentou os valores de 0,090 (linha 6, coluna 3) da Tabela 7, de 0,094 (linha 6, coluna 4) da Tabela 7 e 0,093 (linha 6, coluna 5) da Tabela 7 respectivamente, que em termos percentuais equivalem a 9%, 9,4% e 9,3% e estão abaixo de 10% e desta forma, considerados de baixa dispersão.

Portanto, desta análise, é possível concluir que o referido sistema é de excelente viabilidade econômica e de baixo risco.

4.2 RESULTADOS PARA O SISTEMA PLANTIO DE MANDIOCA PARA PRODUÇÃO DE FARINHA EM ÁRE DE TERRA FIRME

Os resultados da simulação para os indicadores econômicos do sistema plantio de mandioca para produção de farinha em área de terra firme estão indicados na Tabela 8.

Tabela 8 - Estatísticas das variáveis de saída para o plantio de um hectare de mandioca, para produção de farinha em área de terra firme.

Variáveis de Saída (Plantio de mandioca para produção de farinha em área de terra firme)												
			VPL (R\$/ha)				B/C					
Estatísticas		TIR(%)	Taxa de Desconto			Ta	Taxa de Desconto					
			6%	8%	10%	6%	8%	10%	6%	8%	10%	
1	Mínimo	29,81	3.918,66	3.231,35	2.654,64	467,41	428,78	389,60	1,13	1,12	1,11	
2	Máximo	93,61	15.049,74	13.134,04	11.513,15	1.795,09	1.742,82	1.689,71	1,55	1,54	1,52	
3	Média	58,22	9.352,46	8.067,54	6.981,12	1.115,53	1.070,52	1.024,57	1,33	1,32	1,30	
4	Desv.Pad.	9,38	1.651,79	1.470,65	1.317,09	197,02	195,15	193,30	0,06	0,06	0,06	
5	Moda	59,30	9.100,93	8.267,66	6.812,75	1.085,53	1.097,08	999,86	1,32	1,32	1,31	
6	Coef.Var.	0,158	0,181	0,178	0193	0,181	0,178	0,193	0,045	0,045	0,046	
	Percentis											
7	10%	46,23	7.194,78	6.140,31	5.250,98	858,17	814,79	770,65	1,25	1,24	1,23	
8	20%	50,10	7.893,80	6.768,23	5.822,45	941,55	898,11	854,52	1,28	1,26	1,25	
9	30%	52,96	8.428,08	7.243,99	6.243,96	1.005,28	961,24	916,38	1,30	1,28	1,27	
10	40%	55,51	8.905,80	7.667,00	6.620,48	1.062,26	1.017,37	971,64	1,31	1,30	1,29	
11	50%	57,90	9.332,93	8.046,89	6.964,28	1.113,20	1.067,78	1.022,10	1,33	1,32	1,30	
12	60%	60,27	9.793,64	8.457,51	7.325,65	1.168,16	1.122,27	1.075,14	1,34	1,33	1,32	
13	70%	63,01	10.254,38	8.869,13	7.701,54	1.223,11	1.176,89	1.130,30	1,36	1,35	1,34	
14	80%	66,34	10.826,61	9.375,96	8.148,56	1.291,37	1.244,14	1.195,91	1,38	1,37	1,36	
15	90%	70,63	11.555,32	10.029,74	8.744,13	1.378,28	1.330,90	1.283,32	1,41	1,40	1,38	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	

Fonte: Elaborado pelo autor com dados obtidos das simulações com o software @RISK.

Pela análise da Tabela 8 o indicador financeiro TIR para o sistema plantio de mandioca para produção de farinha em área de terra firme apresenta valores para todos os percentis muito maiores do que as taxas de descontos 6%, 8% e 10% a.a. representantes dos cenários aqui analisados. Isto pose ser verificado no percentil 10%, menor percentil analisado, que o valor assumido pela TIR pode ser menor ou igual a 46,23% a.a. (linha 7, coluna 2) da Tabela 8, o que indica a viabilidade econômica do referido sistema.

Quanto aos indicadores VPL e VAE, estes também em todos os cenários e para todos os percentis verificados apresentam valores positivos e, portanto confirmando que o sistema em questão é economicamente viável.

Para o indicador razão Benefício/Custo (B/C) é verificado que apesar de apresentar valores maiores que a unidade (B/C >1) em todos os cenários e para todos os percentis, a rentabilidade não é tão significativa. Isto pode ser constatado na análise do cenário otimista representado pela taxa de 6% a.a., em que se espera uma melhor rentabilidade. O valor assumido pelo percentil 50% foi de 1,33 (linha 11, coluna 9) da Tabela 8 e o valor assumido pelo percentil 90% foi de 1,41 (linha 15, coluna 9) da Tabela 8, ou seja, para cada R\$ 1,00 investido o retorno será de apenas R\$ 0,33 e R\$ 0,41 respectivamente. Assim, não há uma diferença significativa entre o valor mais provável ou esperado e o valor da maior probabilidade que o referido indicador pode assumir.

O nível de risco para o sistema de plantio de mandioca para produção de farinha em área de terra firme é considerado mediano, pois o coeficiente de variação do VPL para todos os cenários ficou acima dos 10% e inferior a 20% o que representa média dispersão. É o que pode ser verificado nos valores assumidos pelo referido coeficiente no cenário otimista de 6% a.a. cujo valor ficou em 0,181 (linha 6, coluna 3) da Tabela 8, no cenário mais provável de 8% a.a. com o valor de 0,178 (linha 6, coluna 4) da Tabela 8 e no cenário pessimista de 10% a.a. com o valor de 0,193 (linha 6, coluna5) da Tabela 8, que em termos percentuais equivalem a 18,1%, 17,8% e 19,3% respectivamente.

Desta forma, é possível concluir que o referido sistema é viável economicamente e de médio risco.

4.3 RESULTADOS PARA O SISTEMA DE CRIA EXTENSIVA DE BÚFALOS DE CORTE EM ÁREA DE CAMPOS INUNDÁVEIS

Os resultados da simulação para os indicadores econômicos o sistema de cria extensiva de búfalos de corte em área de campos inundáveis estão indicados na Tabela 9.

Tabela 9 - Estatísticas das variáveis de saída para o sistema de cria extensiva de búfalos de corte em área de campos inundáveis.

Variáveis de Saída (Criação extensiva de búfalos de corte em área de campos inundáveis)											
			VPL (R\$/ha) Taxa de Desconto				B/C				
E	statísticas	TIR(%)				Tax	xa de Desco	Taxa de Desconto			
			6%	8%	10%	6%	8%	10%	6%	8%	10%
1	Mínimo	41,46	1.903,80	1.601,88	1.349,31	227,08	212,56	198,03	1,61	1,58	1,54
2	Máximo	70,92	3.466,73	2.991,24	2.590,37	413,50	396,92	380,17	2,24	2,19	2,14
3	Média	55,11	2.660,38	2.274,87	1.950,71	317,32	301,86	286,29	1,89	1,85	1,81
4	Desv.Pad.	4,34	254,51	224,27	198,71	30,36	29,76	29,16	0,10	0,09	0,09
5	Moda	55,29	2.700,22	2.159,95	1.996,40	322,07	286,61	293,00	1,91	1,83	1,80
6	Coef.Var.	0,078	0,094	0,104	0,100	0,094	0,104	0,100	0,052	0,049	0,050
Percentis											
7	10%	49,53	2.325,49	1.979,09	1.688,67	277,38	262,62	247,84	1,77	1,73	1,69
8	20%	51,33	2.436,74	2.077,84	1.776,10	290,65	275,72	260,67	1,81	1,77	1,73
9	30%	52,74	2.518,60	2.149,51	1.839,68	300,41	285,23	270,00	1,84	1,80	1,76
10	40%	53,94	2.592,47	2.216,08	1.898,38	309,22	294,06	278,61	1,87	1,83	1,78
11	50%	55,12	2.663,39	2.277,00	1.951,99	317,68	302,15	286,48	1,89	1,85	1,81
12	60%	56,20	2.728,83	2.334,52	2.004,57	325,49	309,78	294,20	1,92	1,87	1,83
13	70%	57,41	2.798,09	2.396,85	2.058,94	333,75	318,05	302,18	1,95	1,90	1,86
14	80%	58,82	2.879,59	2.467,93	2.122,31	343,47	327,48	311,48	1,98	1,93	1,88
15	90%	60,72	2.994,43	2.568,77	2.210,99	357,17	340,86	324,49	2,02	1,97	1,93
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Fonte: Elaborado pelo autor com dados obtidos das simulações com o software @RISK.

Pela análise da Tabela 9, o sistema de cria extensiva de búfalos de corte em área de campos inundáveis apresentou valores para a TIR muito superiores às taxas de descontos utilizadas para representar os cenários otimista 6% a.a., mais provável 8% a.a. e pessimista 10% a.a. em todos os percentis verificados, variando de 49,53% (linha 7, coluna 2) da Tabela 9 a 60,72% (linha 15, coluna 2) da Tabela 9. Portanto, indicando que o referido sistema tem boa viabilidade econômica.

Esta viabilidade também pode ser confirmada nos valores positivos assumidos pelos indicadores VPL e VAE em todos os cenários para todos os percentis verificados.

Quanto ao indicador B/C, este se apresenta com valores maiores que a unidade (B/C>1) em todos os cenários para todos os percentis verificados, indicando sua viabilidade econômica. É percebido também que o sistema em questão tem boa rentabilidade. Verifica-se esta afirmativa analisando o respectivo indicador no pior cenário representado pela taxa de desconto igual a 10% a.a. Para este cenário, o valor da razão B/C para o percentil 50% é igual a 1,81 (linha 11, coluna 11) da Tabela 9, valor próximo ao esperado 1,80 (linha 5, coluna11) da Tabela 9, e para o percentil 90%, maior probabilidade para o indicador, o valor é de 1,93 (linha 15, coluna 11) da Tabela 9, ou seja, para cada R\$ 1,00 investido há um retorno de R\$ 0,81 e R\$ 0,93 respectivamente, o que confirma a boa rentabilidade do sistema.

O valor do coeficiente de variação para o VPL, nos cenários de 6%, 8% e 10% a.a., foi de 0,094 (linha 6, coluna 3) da Tabela 9, 0,104 (linha 6, coluna 4) da Tabela 9 e 0,100 (linha 6, coluna 5) da Tabela 9 respectivamente. Estes valores em termos percentuais equivalem a 9,4%, 10,4% e 10% e representam uma baixa dispersão, pois estão próximos ao valor limite de 10%. Portanto, o sistema cria extensiva de búfalos de corte em área de campos inundáveis é considerado de baixo risco.

É possível concluir desta análise que o referido sistema apresenta boa viabilidade econômica e baixo risco.

4.4 O CUSTO DE OPORTUNIDADE

Para Wunder (2008) o custo de oportunidade é o valor perdido por não se optar por atividade econômica considerada lucrativa, em prol da conservação da floresta.

Ainda segundo este autor existe várias abordagens metodológicas para estimar o custo de oportunidade e atualmente, não existem modelos econômicos ou de simulação, que permitam analisar os custos de oportunidade em âmbito regional incluindo sistemas de produção com relevância para a agricultura familiar. Desta forma, o cálculo dos referidos custos podem ser embasado em dados municipais fornecidos pelo IBGE nas suas bases de dados sobre produção agrícola, pecuária e vegetal por município, ou seja, Produção Agrícola Municipal (PAM), Produção da Pecuária Municipal (PPM) e Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS).

Nepstad *et al.* (2008) calcularam os custos de oportunidade de conservação na região amazônica utilizando retornos econômicos simulados, provenientes de atividades como o cultivo de soja, extração de madeira e pecuária. Eles também calcularam o preço em dinheiro a ser pago para compensar o custo de oportunidade da manutenção da floresta dividindo o

custo de oportunidade pelo estoque de carbono florestal de uma determinada parcela de estudo.

Para este trabalho o custo de oportunidade foi estimado pelo cálculo do Valor Presente Líquido (VPL), considerando a rentabilidade por hectare, para um período de 12 anos com taxas de desconto de 6%, 8% e 10% a.a. para os três sistemas de uso da terra analisados.

4.5 O VALOR DA COMPENSAÇÃO

Foram consideradas, para estimativa do valor da compensação, as áreas de terra utilizadas pela agricultura e empreendimentos familiares rurais que atendem, simultaneamente, aos critérios definidos conforme artigo 3º da Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006 que estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais que assim dispõe:

Art. 3° Para os efeitos desta Lei, considera-se agricultor familiar e empreendedor familiar rural aquele que pratica atividades no meio rural, atendendo, simultaneamente, aos seguintes requisitos:

I - não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 (quatro) módulos fiscais⁸;

II - utilize predominantemente mão-de-obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento;

III - tenha renda familiar predominantemente originada de atividades econômicas vinculadas ao próprio estabelecimento ou empreendimento;

IV - dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família.

Segundo o Censo Agropecuário de 2006 realizado pelo IBGE, o Estado do Amapá possui um total de terras utilizadas pela agricultura familiar de 130.770,29 hectares. Deste total, 30.328,94 hectares são matas e/ou florestas naturais destinadas à Área de Preservação Permanente (APP)⁹ ou Reserva Legal (RL)¹⁰.

Do exposto anteriormente pode-se concluir que 23,19% do total utilizado pelas famílias estão destinados à RL ou APP. O Código Florestal Brasileiro, Lei 4.771 de 15 de

⁹ A Lei 4.771 de setembro de 1965 define Área de Preservação Permanente como a área coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas.

¹⁰ A Lei 4.771 de setembro de 1965 define Reserva Legal como a área localizada no interior de uma propriedade

⁸ Segundo o Ministério do Desenvolvimento Agrário, um módulo fiscal para a Amazônia Legal equivale, em média, a 76 hectares. Disponível em: < http://www.mda.gov.br>.

¹⁰ A Lei 4.771 de setembro de 1965 define Reserva Legal como a área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, excetuada a de preservação permanente, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção da fauna e flora nativas.

setembro de 1965 em vigor, determina que todo imóvel rural deve manter área com cobertura de vegetação nativa a título de RL, que no caso da Amazônia Legal é de 80% do imóvel situado em áreas de florestas. Desta forma, percebe-se que há um passivo de 56,81% do total da área de terras utilizadas pela agricultura familiar no Estado do Amapá. Portanto, para cumprir a lei atual será necessário reduzir as áreas de produção e recuperar as matas nativas onde estas foram ilegalmente retiradas.

No entanto, o Projeto de Lei 1.876/99 e seus apensos propõem alterações ao Código Florestal, e no dia 24 de maio de 2011 foi aprovado pela Câmara dos Deputados Federais o novo texto do referido Código que entre outras modificações permite que pequenas propriedades rurais de até 4 (quatro) módulos fiscais considerem como RL as áreas remanescentes da vegetação nativa existente até 22 de julho de 2008. Ficando também desobrigadas de recompor as áreas utilizadas até esta data conforme artigo 13 § 7º do referido Projeto de Lei assim disposto:

Art. 13. Todo imóvel rural deve manter área com cobertura de vegetação nativa, a título de Reserva Legal, sem prejuízo da aplicação das normas sobre as Áreas de Preservação Permanente, observando os seguintes percentuais mínimos em relação à área do imóvel:

I – localizado na Amazônia Legal:

- a) 80% (oitenta por cento), no imóvel situado em área de florestas;
- b) 35% (trinta e cinco por cento), no imóvel situado em área de cerrado;
- c) 20% (vinte por cento), no imóvel situado em área de campos gerais;
- II localizado nas demais regiões do País: 20% (vinte por cento).

...

§ 7º Nos imóveis com área de até 4 (quatro) módulos fiscais que possuam remanescentes de vegetação nativa em percentuais inferiores ao previsto no caput, a Reserva Legal será constituída com a área ocupada com a vegetação nativa existente em 22 de julho de 2008, vedadas novas conversões para uso alternativo do solo.

O Projeto de Lei aprovado pela Câmara dos Deputados Federais ainda seguirá para ser votado no Senado Federal e, após aprovado nesta casa, seguirá para ser sancionado pela Presidente da República.

Considerando o texto do novo Código Florestal, no Estado do Amapá, não será necessário recuperar os 56,81% de matas e/ou florestas nativas retiradas ilegalmente e a RL será constituída pelos 30.328,94 hectares que correspondem a 23,19% da área total utilizada pela agricultura familiar.

Ainda pelo Censo Agropecuário de 2006 existem no Estado do Amapá 34.431,92 hectares de matas e/ou florestas nativas excluindo APP e as em Sistemas Agroflorestais. Estas florestas nativas não destinadas à RL ou APP correspondem a 26,33% da área total utilizada pela agricultura familiar. Assim, tais áreas constituem estoques de carbono e podem ser objetos de PSA ou de REDD+.

A Tabela 10 apresenta as áreas de terras utilizadas pela agricultura familiar por município no Estado do Amapá.

Tabela 10 - Áreas de terras utilizadas pela agricultura familiar, por município, no Estado do Amapá conforme Lei n° 11.326/2006.

Municípios	Área utilizada pela agricultura familiar (ha)
Amapá	6.739,46
Calçoene	10.724,38
Cutias	2.168,90
Ferreira Gomes	6.520,19
Itaubal	1.482,06
Laranjal do Jari	1.208,23
Macapá	14.055,75
Mazagão	19.608,53
Oiapoque	1.574,80
Pedra Branca do Amaparí	4.954,46
Porto Grande	38.092,38
Pracuúba	4.492,00
Santana	3.597,52
Serra do Navio	1.641,20
Tartarugalzinho	10.979,98
Vitória do Jarí	2.930,45
Total	130.770,29

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos valores da tabela 1112 do Censo Agropecuário 2006, disponível no banco de dados do IBGE em: <www.sidra.ibge.gov.br>.

Para o cálculo do valor da compensação foi necessário ainda considerar as áreas de florestas nativas, tanto a destinada à RL ou APP quanto a não destinada utilizada pela agricultura familiar por município no Estado do Amapá.

Desta forma, a Tabela 11 apresenta as áreas por município utilizadas pela agricultura familiar no Estado do Amapá, dividida em área para produção, área de mata e/ou floresta nativa destinada à RL ou APP e área de mata e/ou floresta nativa não destinada à RL ou APP.

Tabela 11 - Áreas estimadas por município utilizadas pela agricultura familiar para produção, para mata e/ou floresta nativa destinada à RL ou APP e para mata e/ou floresta nativa não destinada à RL ou APP.

Município	Área para produção por município (ha)	Área de mata e/ou floresta destinada à RL ou APP (ha)	Área de mata e/ou floresta não destinada à RL ou APP (ha)	Agricultura Familiar Área total por município (ha)
Amapá	2.055,99	3.228,60	1.454,87	6.739,46
Calçoene	2.486,46	827,50	7.410,42	10.724,38
Cutias	1.627,72	277,18	264,00	2.168,90
Ferreira Gomes	6.189,28	246,34	84,57	6.520,19
Itaubal	1.056,04	281,51	144,51	1.482,06
Laranjal do Jari	668,84	410,04	129,35	1.208,23
Macapá	8.335,23	2.558,72	3.161,80	14.055,75
Mazagão	9.014,73	1.165,29	9.428,51	19.608,53
Oiapoque	860,30	267,50	447,00	1.574,80
Pedra Branca do Amaparí	1.435,85	1.950,91	1.567,70	4.954,46
Porto Grande	18.780,65	15.577,59	3.734,14	38.092,38
Pracuúba	3.062,00	X^{11}	1.430,00	4.492,00
Santana	1.664,50	1.505,52	427,50	3.597,52
Serra do Navio	1.109,14	-	532,06	1.641,20
Tartarugalzinho	6.953,99	2.032,24	1.993,75	10.979,98
Vitória do Jarí	708,70	-	2.221,75	2.930,45
Total para o Estado	66.009,42	30.328,94	34.431,93	130.770,29

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos valores da tabela 1112 do Censo Agropecuário 2006, disponível no banco de dados do IBGE em: <www.sidra.ibge.gov.br>.

Para uma estimativa mais precisa do valor da compensação foram considerados os municípios com maior produção para os sistemas de uso da terra aqui analisados. Esta consideração se fez necessário, pois reflete melhor o bioma associado ao sistema de uso da terra com maior relevância para àqueles municípios.

Segundo dados de 2009 do IBGE relativos à Extração Vegetal e Silvicultura, Lavoura Temporária e Pecuária Municipal, o município de Mazagão possui a maior produção de frutos de açaí, o de Oiapoque possui a maior área colhida de mandioca e o município de Cutias o maior rebanho de bubalinos do Estado do Amapá. Portanto, estes municípios são os maiores representantes dos sistemas de cultivo e extração de açaí para produção de frutos em área de várzea, plantio de mandioca para produção de farinha em área de terra firme e cria extensiva de búfalos de corte em áreas de campos inundáveis respectivamente.

_

¹¹ Segundo o IBGE os dados das Unidades Territoriais com menos de 3 (três) informantes estão desidentificados com o caracter X. Disponível em: <<u>www.sidra.ibge.gov.br</u>>.

As Figuras 13, 14 e 15 apresentam a quantidade de frutos produzidos de açaí, a quantidade de área colhida de mandioca e o efetivo de rebanhos de búfalos em número de cabeças, para todos os municípios no Estado do Amapá. Desta forma, foi possível verificar o maior produtor de cada sistema de uso da terra tratado neste estudo.

450 406 Produção de frutos de açaí (t) 400 350 300 250 200 150 100 50 0 Branca do Amagani versa do Navio Taranga dinno Porto Grande Macapa Santana Município

Figura 13 - Quantidade de frutos de açaí produzidos por município no Estado do Amapá.

Fonte: Elaborado pelo autor baseado nos dados de 2009 da Extração Vegetal e Silvicultura do IBGE.

Pelos dados do IBGE 2009, o município de Mazagão apresentou a maior produção de frutos de açaí, o que confirma a importância da palmeira do açaí para o município devido suas significativas florestas de várzea (CARIM *et al.*, 2008).

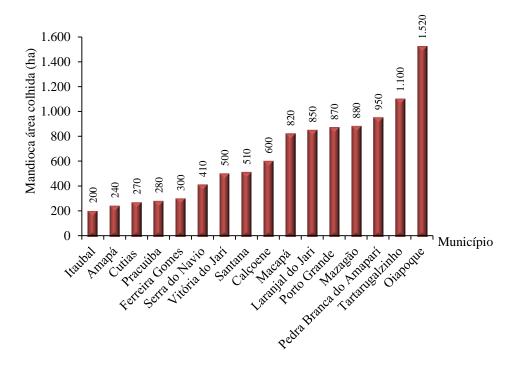


Figura 14 - Área colhida de mandioca por município no Estado do Amapá.

Fonte: Elaborado pelo autor baseado nos dados de 2009 da Lavoura Temporária do IBGE.

A maior parte da produção de mandioca (80%) provém das áreas florestais e o município de Oiapoque é o maior produtor de farinha do Estado do Amapá (DOMINGUES, 2004) e os dados do IBGE 2009 confirmam esta afirmativa em que o referido município apresentou a maior área colhida de mandioca.

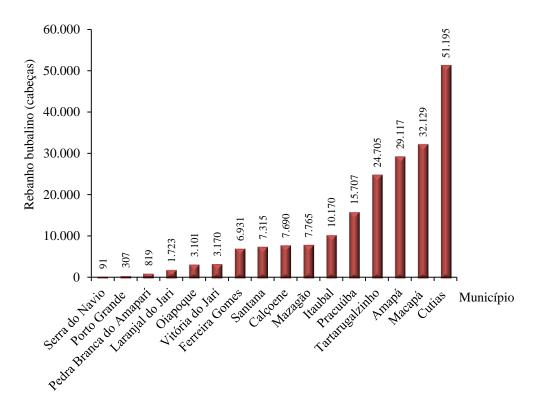


Figura 15 - Rebanho de bubalinos em número de cabeças por município no Estado do Amapá

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados de 2009 da Pecuária Municipal do IBGE.

De acordo com os dados da Pecuária Municipal do IBGE 2009 o município de Cutias apresentou o maior rebanho bubalino do Estado do Amapá. A pecuária constitui a principal atividade econômica do referido município sendo explorada de forma extensiva, aproveitando-se as pastagens naturais (IEPA, 2008). É representada pela criação de búfalos em regimes extensivos devido às significativas áreas de campos naturais periodicamente inundáveis que constituem a principal fonte de alimentação do rebanho bubalino da região (DOMINGUES, 2004).

Também foi necessário calcular o preço mínimo estimado da tonelada de carbono em R\$/tC a ser pago anualmente para compensar o custo de oportunidade em cada sistema de uso da terra nos cenários otimista, mais provável e pessimista. O cálculo deste preço mínimo estimado, aqui representado por (PEC), cujo valor foi obtido pela razão entre o Valor Anual Equivalente (VAE), que considera a rentabilidade líquida anual por hectare de cada sistema de uso da terra, e o estoque estimado de carbono por hectare, representado por (EEC) para as áreas de terra firme, áreas de várzeas e campos inundáveis. O EEC foi baseado nos resultados

obtidos do Projeto Carbono Amapá executado pelo Instituto Estadual de Floresta do Amapá (IEF-AP) e no trabalho realizado por Santos *et* al. (2004) que consideraram os valores de 179,94 tC/ha para áreas de terra firme e 130,30 tC/ha para áreas de várzea respectivamente. Como mencionado anteriormente, o valor de 130,30 tC/ha também foi considerado para áreas de campos inundáveis.

Considerando o PEC uma variável de saída no modelo do @RISK, foi possível obter para cada sistema de uso da terra, a probabilidade dos possíveis resultados para o preço mínimo da tonelada de carbono às taxas de 6%, 8% e 10% a.a.

A Tabela 12 apresenta os possíveis resultados para o preço mínimo da tonelada de carbono para compensação dos custos de oportunidade dos sistemas de uso da terra tratados neste trabalho.

Tabela 12 - Preço mínimo estimado da tonelada de carbono para compensação do custo de oportunidade, em todos os cenários, para todos os sistemas de uso da terra tratados neste trabalho.

Preço mínimo estimado para a tonelada de carbono - PEC (R\$/tC)											
		ção de ção de		de mand odução d	Cria extensiva de búfalos de corte						
F	Estatísticas	Taxa	a de desc	onto	Taxa	de desc	onto	Taxa de desconto			
		6%	8%	10%	6%	8%	10%	6%	8%	10%	
1	Mínimo	6,97	6,29	5,62	3,00	2,75	2,50	1,65	1,55	1,45	
2	Máximo	11,61	10,72	9,85	9,89	9,60	9,31	3,06	2,92	2,78	
3	Média	9,29	8,51	7,74	6,21	5,96	5,70	2,36	2,25	2,13	
4	Desv.Pad.	0,80	0,76	0,72	1,12	1,11	1,10	0,23	0,22	0,22	
5	Moda	8,91	8,79	7,98	6,22	5,95	5,75	2,39	2,27	2,15	
6	Coef.Var.	0,090	0,086	0.090	0,180	0,187	0,191	0,096	0,097	0,102	
]	Percentis						
6	10%	8,24	7,50	6,79	4,74	4,50	4,26	2,06	1,95	1,84	
7	20%	8,58	7,83	7,10	5,22	4,98	4,73	2,16	2,05	1,94	
8	30%	8,85	8,09	7,35	5,56	5,32	5,08	2,24	2,12	2,01	
9	40%	9,07	8,30	7,55	5,90	5,66	5,41	2,30	2,18	2,07	
10	50%	9,28	8,50	7,74	6,21	5,96	5,71	2,36	2,24	2,13	
11	60%	9,50	8,71	7,93	6,51	6,25	6,00	2,42	2,30	2,19	
12	70%	9,72	8,91	8,13	6,82	6,56	6,30	2,48	2,37	2,25	
13	80%	9,99	9,17	8,38	7,20	6,94	6,67	2,56	2,44	2,32	
14	90%	10,35	9,52	8,70	7,71	7,45	7,18	2,66	2,54	2,42	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Fonte: Elaborado pelo autor com dados obtidos nas simulações com o software @RISK.

A partir da área estimada de mata e/ou floresta nativa não destinada à RL ou APP, do estoque de carbono estimado para área de terra firme, área de várzea e campos inundáveis e do preço mínimo estimado para a tonelada de carbono foi calculado o valor estimado da compensação anual (VEC_A) para os municípios de Oiapoque, Mazagão e Cutias conforme equação (5).

$$VEC_{A} = AE \times EC \times PEC \tag{5}$$

Onde:

VEC_A = Valor (R\$) estimado da compensação anual para o município.

AE = Área (ha) estimada de mata e/ou floresta nativa em terra firme, várzea ou campos inundáveis, não destinadas à RL ou APP por município.

EC = Estoque estimado de carbono (tC/ha) para área de terra firme, várzea ou campos inundáveis.

PEC = Preço mínimo estimado da tonelada de carbono (R\$/tC) para compensação dos custos de oportunidade de um determinado sistema de uso da terra.

Desta forma, seguindo a equação (5) e considerando o sistema de cultivo e extração de açaí para produção de frutos em área de várzea no município de Mazagão em que foram consideradas as estimativas de 9.428,51 hectares de mata e/ou floresta nativa não destinada à RL ou APP dos 19.608,53 hectares utilizados pela agricultura familiar no referido município conforme destacado na Tabela 11, o estoque de carbono de 134,30 tC/ha o que totaliza o valor de 1.266.248,89 tC e o preço mínimo da tonelada de carbono às taxas de 6%, 8% e 10% a.a. de acordo com a Tabela 12, colunas 2, 3 e 4 referentes aos percentis. O valor estimado da compensação anual para o referido município foi calculado e apresentado conforme gráfico da Figura 16.

13.11 13,10 Coef. Var. $\leq 10\%$ em todos os cenários (baixo risco) 12,20 12,05 11,75 VEC_A em Milhões (R\$) 11,30 11,02 10,76 10,40 9.80 9,50 Cenários Γaxa 6% (Otimista) Taxa 8% (Mais provável) 8,60 Taxa 10% (Pessimista) 7,70 10 20 30 40 50 60 70 80 90

Figura 16 - Valor estimado da compensação anual para o município de Mazagão às taxas de 6%, 8% e 10% a.a. considerando o sistema de cultivo e extração de açaí para produção de frutos em área de várzea.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Verifica-se pelo gráfico da Figura 16 que a taxa de desconto influencia no valor da compensação, quanto maior a taxa de desconto menor o valor estimado da compensação anual para o município. Observa-se que esta análise vale para todos os sistemas de uso da terra aqui tratados.

Percentis (%)

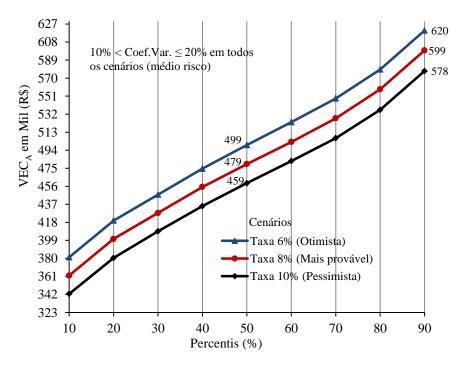
É verificado também no referido gráfico que a estimativa da compensação anual possui 10% de chances de assumir valores menores ou iguais a R\$ 10.400.000,00, R\$ 9.500.000,00 e R\$ 8.600.000,00 às taxas de 6%, 8% e 10% a.a. respectivamente; 50% de chances de assumir valores menores ou iguais a R\$ 11.750.000,00, R\$ 10.760.000,00 e R\$ 9.800.000,00 e 90% de chances de assumir valores menores ou iguais a R\$ 13.110.000,00, R\$ 12.050.000 e R\$ 11.020.000,00 às referidas taxas de desconto.

Para os três cenários analisados os valores estimados para a compensação se apresentaram significativos, na ordem de milhões de reais, isto ocorreu devido ao preço mínimo estimado da tonelada de carbono necessário para compensar o custo de oportunidade ser superior quando comparado aos outros sistemas analisados e principalmente pela

expressiva área estimada de mata e/ou floresta nativa não destinada a RL ou APP utilizada pela agricultura familiar no município de Mazagão.

Os resultados apresentados pelo gráfico da Figura 17 também seguiram a equação (5) na estimativa do valor da compensação anual para o sistema de plantio de mandioca para produção de farinha em área de terra firme no município de Oiapoque. Para os referidos resultados foram considerados 447 hectares de mata e/ou floresta nativa não destinada a RL ou APP dos 1.574,80 hectares utilizados pela agricultura familiar naquele município conforme destacado na Tabela 11. O estoque de carbono estimado para referida área de mata e/ou floresta nativa foi de 179,94 tC/ha o que totaliza 80.433,18 tC. O preço mínimo da tonelada de carbono para compensação do custo de oportunidade às taxas de 6%, 8% e 10% a.a. seguiu a Tabela 12 conforme as colunas 5, 6 e 7 referentes aos percentis.

Figura 17 - Valor estimado da compensação anual para o município de Oiapoque às taxas de 6%, 8% e 10% a.a. considerando o sistema de plantio de mandioca para produção de farinha em área de terra firme.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados apresentados no gráfico da Figura 17 indicam que há 10% de chances de a compensação estimada anual assumir valores menores ou iguais a R\$ 380.000,00, R\$ 361.000,00 e R\$ 342.000,00 às taxas de 6%, 8% e 10% a.a. respectivamente. 50% de chances de assumir valores menores ou iguais a R\$ 499.000,00, R\$ 479.000,00 e R\$ 459.000,00 e

90% de chances de assumir valores menores ou iguais a R\$ 620.000,00, R\$ 599.000,00 e R\$ 578.000,00 às referidas taxas de desconto.

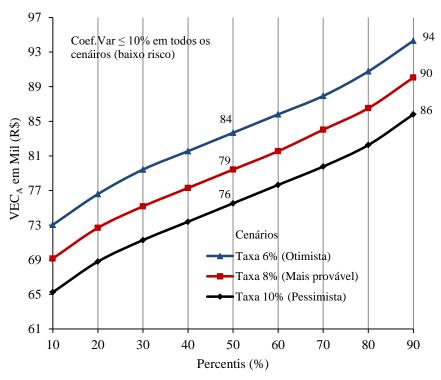
Apesar do estoque estimado de carbono ser superior em área de terra firme, os valores estimados da compensação anual para o município de Oiapoque, em todos os cenários analisados, não foram tão significativos. Isto ocorreu devido ao preço estimado da tonelada de carbono para compensação do custo de oportunidade ser menor conforme apresentado na Tabela 12, colunas 5, 6 e 7 referentes aos percentis. Além disso, a área de mata e/ou floresta nativa não destinada a RL ou APP utilizada pela agricultura familiar no referido município ser muito menor, aproximadamente 21 vezes, quando comparada, por exemplo, com a área de mata e/ou floresta nativa de mesma destinação no município de Mazagão.

Os resultados estimados da compensação anual para o sistema cria extensiva de búfalo de corte em área de campos inundáveis no município de Cutias que também seguiram a equação (5) estão apresentados na Figura 18.

A estimativa da área de mata e/ou floresta nativa não destinada à RL ou APP foi de 264 hectares de um total de 2.168,90 hectares utilizados pela agricultura familiar no referido município conforme destacado na Tabela 11.

Para a área de campos inundáveis o estoque de carbono considerado foi de 134,30 tC/ha. Desta forma, a quantidade de carbono estocado na área de mata e/ou floresta nativa não destinada à RL ou APP no município de Cutias equivale a 35.455,20 tC. Sendo que o preço mínimo da tonelada de carbono para compensação do custo de oportunidade às taxas de 6%, 8% e 10% a.a. estão de acordo com a Tabela 12, colunas 8, 9 e 10 referentes aos percentis.

Figura 18: Valor estimado da compensação anual para o município de Cutias às taxas de 6%, 8% e 10% a.a. considerando o sistema de cria extensiva de búfalos de corte em área de campos inundáveis.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados apresentados no gráfico da Figura 18 indicam que há 10% de chances de a compensação estimada anual assumir valores menores ou iguais a R\$ 73.000,00, R\$ 69.000,00 e R\$ 65.000,00 às taxas de 6%, 8% e 10% a.a. respectivamente. 50% de chances de assumir valores menores ou iguais a R\$ 84.000,00, R\$ 79.000,00 e R\$ 76.000,00 e 90% de chances de assumir valores menores ou iguais a R\$ 94.000,00, R\$ 90.000,00 e R\$ 86.000,00 às referidas taxas de desconto que representam o cenário otimista, mais provável e pessimista respectivamente.

O sistema cria extensiva de búfalo de corte em área de campos inundáveis no município de Cutias apresentou valores estimados da compensação anual, menores quando comparados aos outros dois sistemas de uso da terra aqui tratados. Os fatores que contribuíram para este resultado foram: O tamanho da área estimada de mata e/ou floresta nativa não destinada a RL ou APP utilizada pela agricultura familiar no município de Cutias que foi muito menor, aproximadamente 1,7 vezes, que a área de mata e/ou floresta nativa do município de Oiapoque, e de 35 vezes menor de que a área de mata e/ou floresta nativa não destinada a RL ou APP utilizada pela agricultura familiar no município de Mazagão. E também por ter

apresentado entre os sistemas de uso da terra analisados neste trabalho o menor valor estimado para o preço da tonelada de carbono para compensação do custo de oportunidade.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo analisar o mecanismo de PSA como estratégia econômica de políticas de uso da terra no Estado do Amapá. Para o êxito desta estratégia o PSA deve superar os rendimentos advindos das práticas produtivas e o custo de oportunidade do uso da terra tradicional provendo renda principalmente às pequenas propriedades familiares. Permitindo assim, a manutenção de áreas de floresta evitando sua exploração econômica de forma não sustentável.

Desta forma, foi analisada a viabilidade econômica e a compensação do custo de oportunidade utilizando análise de risco com modelagem no software @RISK e Simulação de Monte Carlo de três sistemas de uso da terra no Estado do Amapá: cultivo e extração de açaí para produção de frutos em área de várzea, plantio de mandioca para produção de farinha em área de terra firme e cria extensiva de búfalos de corte em área campos inundáveis.

Os resultados obtidos foram considerados satisfatórios, pois o modelo demonstrou o efeito da incerteza nos referidos sistemas para os indicadores financeiros avaliados TIR, VPL, VAE e B/C. E através da apreciação da estatística e a das probabilidades, dentro da faixa de ocorrência dos referidos indicadores, foi possível uma avaliação mais detalhada do risco e da viabilidade econômica no horizonte de tempo de doze anos, considerando as possíveis variações econômicas de mercado. Tais variações foram representadas pelos cenários otimista 6% a.a., mais provável 8% a.a. e pessimista 10% a.a.

Todos os sistemas de uso da terra analisados são viáveis economicamente, sendo que o cultivo e extração de açaí para produção de frutos em área de várzea apresentou a melhor rentabilidade e baixo risco. Já o sistema de cria extensiva de búfalos de corte em área campos inundáveis também apresentou baixo risco, no entanto, boa rentabilidade. Quanto ao sistema de plantio de mandioca para produção de farinha em área de terra firme, este obteve a menor rentabilidade em relação aos outros sistemas analisados e apresentou médio risco.

Para o cálculo da compensação foram consideradas as áreas de floresta nativa utilizadas pela agricultura familiar no Estado do Amapá que não estão destinadas a RL ou APP. As referidas áreas totalizam 34.431,93 hectares e correspondem a 26,33% do total de 130.770,29 hectares de terras utilizadas pela agricultura familiar no Estado e podem ser mantidas em pé através de incentivos econômicos aos proprietários em que o PSA, inclusive na modalidade REDD+, assume um papel importante principalmente quanto às emissões evitadas e conservação da biodiversidade.

O cálculo do valor estimado para a compensação ficou restrito aos municípios de Mazagão, Oiapoque e Cutias, pois estes apresentaram segundo dados do IBGE de 2009 a maior produção de frutos de açaí, a maior área plantada de raízes de mandioca e o maior rebanho bubalino respectivamente em todo o Estado do Amapá.

Para os referidos municípios foi tomado como base o custo de oportunidade de apenas um sistema de uso da terra, considerado o mais importante dentre os sistemas analisados, levando-se em conta o bioma predominante terra firme, várzea ou campos inundáveis. Naturalmente que as áreas estimadas para produção são utilizadas por outras atividades agropecuárias e/ou agroflorestais, sendo que o ideal para o cálculo da compensação seria a união dos custos de oportunidade de todas estas outras atividades.

Dentre os municípios analisados o município de Mazagão foi o que alcançou o maior valor estimado para compensação, pois o preço mínimo estimado para a tonelada de carbono foi superior em todos os cenários e ainda apresentou a maior área estimada de floresta nativa não destinada a RL ou APP.

Vale ressaltar que o presente trabalho considerou para compensação o preço da tonelada de carbono e não o preço da tonelada de CO₂, para tanto se deve multiplicar o estoque total estimado pelo fator de conversão 3,667. Esta conversão se faz necessária para as negociações em mercado de créditos de carbono ou Certificados de Emissão Reduzida (CER). Portanto, a compensação pode alcançar valores maiores, por exemplo, no mercado voluntário em 2010 o valor médio comercializado da CER ficou em US\$ 6¹², o que já seria, nos dias de hoje, suficiente para cobrir o custo de oportunidade de todos os sistemas analisados.

O Estado do Amapá ainda não possui uma política estadual de mudanças climáticas e pagamentos por serviços ambientais, apenas o PL 036/2010 que ainda está em tramitação na Assembleia Legislativa do Estado. Este por sua vez não contempla um modelo estadual que permita a implantação e gestão de um sistema de mercado de carbono. Uma boa referência a ser seguida seria as Leis 3.135/2007 e 2.308/2010 dos Estados do Amazonas e do Acre respectivamente.

Neste sentido, falta uma diretriz para os projetos de PSA que o Estado do Amapá tenta implementar, o que pode ser um perigo aos direitos dos pequenos produtores, comunidades locais e indígenas que podem ser alijados dos referidos projetos. Desta forma, o presente trabalho procurou demonstrar o valor justo a ser pago pelas áreas de florestas nativas

_

 $^{^{12} \} Disponível \ em: \ \underline{http://www.ecosystemmarketplace.com/pages/dynamic/resources.library.page.php?pa}.$

utilizadas pela agricultura e empreendimentos familiares rurais na possibilidade de implementação de um mecanismo de PSA.

Um ponto importante a ser considerado é que o Código Florestal, ainda vigente, prevê que a RL pode ser utilizada sob o regime de manejo florestal sustentável. Assim, a pequena propriedade familiar deveria ser estimulada a conservar e recuperar sua área de RL de forma a auferir rendimentos mediante o uso sustentável da floresta.

Um mecanismo de PSA na modalidade REDD+ inclui o manejo sustentável e o aumento dos estoques de carbono em florestas. Portanto, a recuperação, o uso sustentável e manutenção da RL podem ser uma fonte de renda a pequena propriedade rural através do referido mecanismo.

Se o texto proposto pelo PL 1.876/99 para alteração do Código Florestal for aprovado quanto a não obrigatoriedade de recomposição das áreas de RL pela pequena propriedade rural até 4 módulos fiscais conforme § 7º do artigo 13 do referido PL, o Estado do Amapá deixará de recuperar 56,81% de RL do total da área de terras utilizadas pela agricultura familiar. A não recuperação do passivo da RL em áreas utilizadas pela agricultura familiar na Amazônia brasileira poderá influenciar de forma negativa no compromisso de reduções de emissões de CO₂ assumido pelo Brasil em Copenhagen.

Por fim, a implementação de um mecanismo de PSA não contribuirá positivamente na conservação florestal, na compensação aos povos da floresta e no financiamento do desenvolvimento sustentável no Estado do Amapá se não houver uma política concreta de mudanças climáticas e pagamentos por serviços ambientais, a participação das comunidades locais e povos indígenas e a associação de instrumentos de comando e controle eficazes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACRE (Estado). Lei nº 2.308 de 22 de outubro de 2010. Cria o Sistema Estadual de Incentivos a Serviços Ambientais - SISA, o Programa de Incentivos por Serviços Ambientais - ISA Carbono e demais Programas de Serviços Ambientais e Produtos Ecossistêmicos do Estado do Acre e dá outras providências. Disponível em < http://www.aleac.net/lei/2010/11/lei-n-2308-de-22-de-outubro-de-2010> Acesso em: 10 de fevereiro de 2011.

ALMANSA, C.; MARTÍNEZ-PAZ, J. M. 2011. What weight should be assigned to future environmental impacts? A probabilistic cost benefit analysis using recent advances on discounting, Sci Total Environ. doi:10.1016/j.scitotenv.2010.12.004.

ALTMANN, A. Pagamento por Serviços Ambientais: Aspectos Jurídicos para a sua aplicação no Brasil. In: CONGRSSO BRASILEIRO DE DIREITO AMBIENTAL. Florestas, mudanças climáticas e serviços ecológicos. 14, 2010, São Paulo. Anais. p. 3-16.

ALVARADO, J.R. *et al.* Valoração Econômica de Sistemas de Uso-da-terra mediante Valor Presente Líquido (VPL), no distrito de José Crespo e Castilho, Perú. Asociación Latino-americana de Pruducción Animal, vol. 16, n. 3, p. 167-176, 2008.

ALVES, R. N. B.; CARDOSO, C. E. L. Sistemas e custos de produção de mandioca desenvolvidos por pequenos agricultores familiares do município de Moju-Pará.

AMAPÁ (Estado). Projeto de Lei 036/2010. Institui o Programa de Pagamento por Serviços Ambientais - PSA no âmbito do Estado do Amapá e dá outras providências. Disponível em < http://www.al.ap.gov.br/exibir_integra.php?iddocumento=2620> Acesso em: 20 de junho de 2010.

AMAZONAS (Estado). Lei nº 3.135 de 05 de junho de 2007. Institui a Política Estadual sobre Mudanças Climáticas, Conservação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Amazonas, e estabelece outras providências. Disponível em: <a href="http://www.aleam.gov.br/LegisladorWEB/LegisladorWEB.ASP?WCI=LeiTexto&ID=201@inEspecieLei=1&nrLei=3135&aaLei=2007&dsVerbete="http://www.aleam.gov.br/LegisladorWEB/LegisladorWEB.ASP?WCI=LeiTexto&ID=201@inEspecieLei=1&nrLei=3135&aaLei=2007&dsVerbete="http://www.aleam.gov.br/LegisladorWEB/LegisladorWEB.ASP?WCI=LeiTexto&ID=201@inEspecieLei=1&nrLei=3135&aaLei=2007&dsVerbete="http://www.aleam.gov.br/LegisladorWEB/LegisladorWEB.ASP?WCI=LeiTexto&ID=201@inEspecieLei=1&nrLei=3135&aaLei=2007&dsVerbete="http://www.aleam.gov.br/LegisladorWEB/LegisladorWEB.ASP?WCI=LeiTexto&ID=201@inEspecieLei=1&nrLei=3135&aaLei=2007&dsVerbete="http://www.aleam.gov.br/LegisladorWEB/Legis

ANDRADE, E. A.; HIGUCHI, N. 2009. Produtividade de quatro espécies arbóreas de Terra Firme da Amazônia Central. . Acta Amazonica 39(1), 105-112.

ANNAN, J. D. 2001. Modelling under uncertainty: Monte Carlo methods for temporally varying parameters. Ecological Modelling 136, 297–302.

ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA (AGRIANUAL). Consultoria e Informações em Agronegócio, Instituto FNP: Agra FNP, São Paulo, 2007.

ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA (ANUALPEC). Consultoria e Informações em Agronegócio, Instituto FNP: Agra FNP, São Paulo, 2007.

ASHER, G. et al. Investing in REDD-plus: Consensus on frameworks for the financing and implementation of REDD-plus. The Forests Dialogue. September 2009.

BALMFORD, A. *et al.* Economic Reasons for Conserving Wild Nature. Science, vol. 297, p. 950-953, 9 ago., 2002. Disponível em:http://www.sciencemag.org. Acessado em 9 jul., 2010.

BÁRBARA, V. F. Monitoramento Sazonal da Qualidade da Água do Rio Araguari/AP. Revista Biociências, Unitau. Volume 16, número 1, 2010. p. 57-72.

BELLASSENA, V. e GITZB, V. 2008. Reducing Emissions from Deforestation and Degradation in Cameroon — Assessing costs and benefits. Ecological Economics 68, 336-344.

BENTES-GAMA, M.M. *et al.* Análise Econômica de Sistemas Agroflorestais na Amazônia Ocidental, Machadinho D'oeste- RO. Sociedade de Investigações Florestais. R. Árvore, Viçosa, MG, v.29, n.3, p.401-411, 2005.

BÖRNER, J. *et al.* 2007. Ecosystem services, agriculture, and rural poverty in the Eastern Brazilian Amazon: Interrelationships and policy prescriptions. Ecological Economics 64, 356–373.

BRASIL. Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ Ato2004-2006/2006/Lei/L11326.htm> Acesso em: 20 de abril de 2011.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/14771compilado.htm>. Acesso em: 15 de maio de 2011.

BRASIL. Projeto de Lei nº 1.876-C/1999. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, altera as Leis nº s 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Votado em 24 de maio de 2011. Disponível em: http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=17338>. Acesso em: 26 de maio de 2011.

BRASIL. Projeto de Lei nº 5.487/2009. Institui a Política Nacional dos Serviços Ambientais, o Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais, estabelece formas de controle e financiamento desse Programa, e dá outras providências. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Projetos/PL/2009/msg447-090605.htm Acesso em: 20 de maio de 2010.

BRIANEZI, T. O Amazonas na arena internacional da mitigação da mudança climática: mecanismos de mercado em pauta. In: apresentando no V ENANPPAS, Florianópolis, outubro de 2010.

BRITO, D. C. Aplicação do Sistema de Modelagem da Qualidade da Água QUAL2KW em Grandes Rios: O Caso do Alto e Médio Rio Araguari – AP. 2008. 144 f. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical). Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2008.

BRYANA, B. A. 2010. Potential of woody biomass production for motivating widespread natural resource management under climate change. Land Use Policy 27, 713–725.

CARDOSO, C.E.L. *et al.* Custo de Produção de Mandioca no Estado da Bahia. In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA. São Paulo, jul. 2009, p 1059-1064.

CARIM, M. J. V. Composição Florística e Estrutura de Floresta de Várzea no Município de Mazagão, Estado do Amapá, Brasil. Scientia Forestalis. Piracicaba, v. 36, n. 79, p. 191-201, set. 2008.

COCK, J. H. Cassava: A Basic Energy Source in the Tropics. Science, vol. 218, 755-762, 19 november 1982.

CONSERVATION INTERNATIONAL DO BRASIL – CI-BRASIL. Amapá Biodiversity Corridor. ISBN 978-85-98830-06-3. 1 Revista

CORBERA, E., SCHROEDER, H., Governing and implementing REDD+, Environ. Sci. Policy (2010), doi:10.1016/j.envsci.2010.11.002.

COSTA, S.S. T. Introdução à Economia do Meio Ambiente. Análise. v. 16, n. 2, p. 301-323, ago./dez. 2005

COSTANZA, R. *et al.* 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature 387, 253–260.

DOMINGUES, E. (Coord.). Uso da terra no Estado do Amapá. Relatório técnico. Projeto levantamento e classificação do uso da terra Amapá: IBGE, 2004. 137 p.

ENGEL, S. *et al.* 2008. Designing payments for environmental services in theory and practice: An overview of the issues. Ecological Economics 65, 663-674.

ENGEL, S.; PALMER, C. 2008. Payments for environmental services as an alternative to logging under weak property rights: the case of Indonesia. Ecological Economics 65, 799–809.

EUROPEAN FORESTRY COMMISSION THIRTY (EFCT) - Fifth Session. Implications of the Copenhagen cutcome for the forest sector. Lisbon, Portugal, 27-30 April 2010.

FEARNSIDE, P. M. 1997. Environmental services as a strategy for sustainable development in rural Amazonia. Ecological Economics 20, 53-70.

FEARNSIDE, P.M. 2009. Estoques e fluxos de carbono na Amazônia como recursos naturais para geração de serviços ambientais. In: S.M.F. Buenafuente (ed.) Amazônia: Dinâmica do carbono e impactos sócioeconômicos e ambientais. Editora da Universidade Federal de Roraima (Ed. UFRR), Boa Vista, Roraima, Brazil. (in press).

FERREIRA, C. A. P. Sistema de Produção do Açaí. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA: Embrapa Amazônia Oriental. 4-2a Edição, ISSN 1809-4325, ver Eletrônica, 2006. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Acai/SistemaProducaoAcai_2 ed/index.htm>. Acessado em: 13 jun. 2010.

FISHER, B., TURNER, R.K., MORLING, P. 2009. Defining and classifying ecosystem services for decision making. Ecological Economics 68, 529–560.

FOUDATION FOR INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL LAW AND DEVELOPMET (FIELD). Guide for REDD-plus negotiators., october, 2010. [online] URL: http://www.field.org.uk

FRANCK, H. *et al.* 2011. Effects of cultivar and harvesting conditions (age, season) on the texture and taste of boiled cassava roots. Food Chemistry 126, 127–133.

GIMENES, C.M.; FAMÁ, R. A Correlação entre o risco país e índice de bolsa da América Latina: Um estudo exploratório. Caderno de pesquisas em Administração, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 39-50, abril/junho 2003.

GITTINGER, J. P. 1982. Economic analysis of agricultural projects (p. 505). Baltimore, USA: Johns Hopkins University Press.

GOVERNO DO ESTADO DO AMAPÁ (GEA). SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO RURAL - SDR INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS-IEF. Plano Anual de Outorga Florestal do Amapá (PAOF). 2010.

HECKEN, G. V., BASTIAENSEN, J. 2010. Payments for ecosystem services: justified or not? A political view. Environmental Science & Policy 13, 785–792

HELM, D; PEARCE, D. 1990. Assessment: Economic Policy Towards the Environment Dieter. Oxford Review of Economic Policy, vol. 6, nº. 1.

HIGUCHI, *et al.* 1998. Biomassa da parte aérea da vegetação da floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia Brasileira. Acta Amazonica 28(2), 153-166.

HILDEBRANDT, P.; KNOKE, T. 2011. Investment decisions under uncertainty — A methodological review on forest science studies. Forest Policy and Economics 13, 1–15.

HOMMA, A. K. O. Açaí: novos desafios e tendências. Amazônia: Ci. & Desenv., Belém, v. 1, n. 2, jan./jun. 2006.

HOMMA, A.K.O. Extrativismo, Manejo e Conservação dos Recursos Naturais na Amazônia. In: Economia do Meio Ambiente: Teoria e Prática/Peter H. May (org.). 2.ed., Elsevier, RJ, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE: Censo Agropecuário. Agricultura familiar — Primeiros resultados. ISSN 0103-6157, Rio de Janeiro, p.1-267, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE: Produção Agrícola Municipal (PAM): Culturas Temporárias e Permanentes. RJ, vol. 36, p.1-90, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE: Produção da Pecuária Municipal (PPM). RJ, vol. 37, p.1-52, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE: Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS). RJ, vol. 24, p.1-42, 2009.

INSTITUTO DE PESQUISAS CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS DO ESTADO DO AMAPÁ-IEPA: Macro diagnóstico do Estado do Amapá: primeira aproximação do ZEE/Equipe Técnica do ZEE - AP. 3a. ed. rev. ampl. Macapá, 2008. Modo de Acesso: http://www.iepa.ap.gov.br/ZEE/publicacoes/macrodiagnostico.PDF>.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS – IEF. Projeto Carbono Amapá. Biomassa Total (Acima do Solo e de Raízes) Na Floresta Estadual do Amapá (FLOTA-AP): Alometria e Estimativas de Estoques. 2008. Amapá. p. 32.

IRIGARY, C. T. J. H. Pagamento por Serviços Ecológicos e o emprego de REDD para contenção do desmatamento na Amazônia. In: CONGRSSO BRASILEIRO DE DIREITO AMBIENTAL. Florestas, mudanças climáticas e serviços ecológicos. 14, 2010, São Paulo. Anais. p. 65-88.

KALLIO, A. M. 2010. Accounting for uncertainty in a forest sector model using Monte Carlo simulation. Forest Policy and Economics 12, 9–16.

KANOWSKI, P.J., *et al.* 2010. Implementing REDD+: lessons from analysis of forest governance. Environ. Sci.Policy, doi:10.1016/j.envsci.2010.11.007.

KOSOY, N., MARTINEZ-TUNAA, M. *et al.* 2007. Payments for environmental services in watersheds: Insights: from a comparative study of three cases in Central America. Ecological Economics 61, 446-455.

LANA, A.M.Q. *et al.* Classificação de coeficientes de variação na experimentação com nutrição de equinos. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.58, n.5, p. 854-859, 2006

LARSON, A.M., Forest tenure reform in the age of climate change: Lessons for REDD+. Global Environ. Change (2010), doi:10.1016/j.gloenvcha.2010.11.008.

LIMA, E.C.P. *et al.* Simulação de Monte Carlo Auxiliando a Análise de Viabilidade Econômica de Projetos. In: IV CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 31 jul., 01 e 02 ago., Niterói, RJ, 2008.

LIU, S.; COSTANZA, R.; TROY, A. 2010. Valuing ecosystem services: Theory, practice, and the need for a transdisciplinary synthesis. Annals of The New York Academy of Sciences. 1185: 54-78.

LOEHMAN, E. T. 2009. Voluntary Cost-Sharing for Environmental Risk Reduction: A Pollution Abatement Case Study. Group Decis Negot 18, 349–368.

MARTINS, M. A. *et al.* 2008. Thermal and mechanical properties of the açaí fiber/natural rubber composites. J Mater Sci 43, 6531–6538, doi: 10.1007/s10853-008-2842-4.

- MATTOS, P. L.; BEZERRA, V. S.. Cultivo da Mandioca para o Estado do Amapá: Sistemas de Produção. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistemas de Produção, 2a Edição, ISSN 1678-8796, ver Eletrônica, 2003. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_amapa/index.htm. Acessado em: 03 ago. 2010.
- MAZZOTI, B.F. Co-projeto de Hardware/Software do Filtro de Partículas para Localização em Tempo Real de Robôs Móveis. 95f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação e Matemática Computacional). USP São Carlos. São Paulo, nov., 2009.
- MINSITÉRIO DO MEIO AMBIENTE E GOVERNO DO ESTADO DO AMAPÁ (MMA/IBAMA; GEA/SEMA). Atlas das Unidades de Conservação do Estado do Amapá. 2008.1 CD-ROM.
- MONTEIRO, F. J. C. Impactos ambientais causados pelos búfalos asselvajados nos campos inundáveis da Estação Ecológica de Maracá-Jipioca (Costa Atlântica do Amapá). 50f. Dissertação (Mestrado Biodiversidade Tropical, área de concentração Ecologia e Meio Ambiente). UNIFAP –. Macapá-AP, 2009.
- MORGAN, M.; HENRION, M. 1990. Uncertainty. A Guide to Dealing with Uncertainty in Quantitative Risk and Policy Analysis. Cambridge University Press, Cambridge.
- MORSE, W. C., *et al.* 2009. Consequences of environmental service payments for forest retention and recruitment in a Costa Rican biological corridor. Ecology and Society 14(1): 23. [online] URL: http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss1/art23/
- MOTTA, R. S. Manual para Valoração Econômica de Recursos Ambientais . IPEA/MMA/PNUD/CNPq . Rio de Janeiro, setembro de 1997.
- MURADIAN, R., CORBERA, E. 2010. Reconciling theory and practice: An alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services. Ecological Economics 69, 1202–1208.
- NEPSTAD, D. *et al.* 2007. Custos e benefícios da redução das emissões de carbono do Desmatamento e da Degradação (REDD) na Amazônia Brasileira. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia IPAM.
- NEVES, R. F.; LIMA, A. PSA e REDD na Política Ambiental Acreana. In: CONGRSSO BRASILEIRO DE DIREITO AMBIENTAL. Florestas, mudanças climáticas e serviços ecológicos. 14, 2010, São Paulo. Anais. p. 325-341.
- NIJKAMP, P.; VAN DEN BERGH, J.C.J.M. 1997. New advances in economic modelling and evaluation of environmental issues European Journal of Operational Research 99, 180-196.
- OKEREKE, C.; DOOLEY, K. 2010. Principles of justice in proposals and policy approaches to avoided deforestation: Towards a post-Kyoto climate agreement. Global Environmental Change 20, 82–95.

PACHECO-PALENCIA, L. A. *et al.* 2009. Phytochemical composition and thermal stability of two commercial acai species, Euterpe oleracea and Euterpe precatoria. Food Chemistry 115, 1199–1205.

PADIOLA, S.. 2006. Payments for Environmental Services in Costa Rica. World Bank. Online at http://mpra.ub.uni-muenchen.de/2010/

PAGIOLA, S. 2008. Payments for environmental services in Costa Rica. Ecological Economics 65, 712-724.

PAGIOLA, S., 2003. Farmer responses to land degradation. In: Wiebe, K.D. (Ed.), Land Quality, Agricultural Productivity, and Food Security: Biophysical Processes and Economic Choices at Local, Regional, and Global Levels. Edward Elgar, Cheltenham.

PAGIOLA, S.; PLATAIS, G. 2007. Payments for Environmental Services: From Theory to Practice. World Bank, Washington.

PALISADE CORPORATION. 2010. Manual do Usuário @RISK Versão 5.5. Add-In do Microsoft Excel para Simulação e Análise de Riscos.

PALMER, C. 2010. Property rights and liability for deforestation under REDD+: Implications for 'permanence' in policy design, Ecol. Econ., doi:10.1016/j.ecolecon.2010.10.011.

PARKER, C. et al. The Little REDD Book. Global Canopy Foundation. First Published November 2008.

PATÉ-CORNELL, M. E. 1996. Uncertainties in risk analysis: Six levels of treatment. Reliability Engineering and System Safety 54, 95-111.

PELTONIEMI, M.; *et al.* 2006. Factors affecting the uncertainty of sinks and stocks of carbon in Finnish forests soils and vegetation. Forest Ecology and Management 232, 75–85.

PESKETT, L.; *et al.* Making REDD work for the poor. on behalf of the Poverty and Environment Partnership (PEP) Draft 2: May 2008.

QUEIROZ, J. A. L. Fitossociologia e Distribuição Diamétrica em Floresta de Várzea do Estuário do Rio Amazonas no Estado do Amapá. 2004. 113f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

RAHMAN, A. M., EDWARDS, C. A. 2004. Economics of Polluter Pays Principles for Mitigating Social Costs of Electricity: A Search for an Optimal Liability Share. European Journal of Law and Economics 17, 73–95.

REFSGAARD, J. C.; *et al.* 2007. Uncertainty in the environmental modelling process e A framework and guidance. Environmental Modelling & Software 22, 1543-1556.

ROBERTSON, K. *et al.* 2004. Monitoring and economic factors affecting the economic viability of afforestation for carbon sequestration projects. Environmental Science & Policy 7, 465-475.

- ROSS, J. G. 2004. Risk and uncertainty in portfolio characterization. Journal of Petroleum Science and Engineering 44, 41–53.
- RUFINO, M.S.M., *et al.* 2010. Açaí (*Euterpe oleracea*) 'BRS Pará': A tropical fruit source of antioxidant dietary fiber and high antioxidant capacity oil, Food Research International, doi:10.1016/j.foodres.2010.09.011.
- SÁNCHEZ-AZOFEIFA, G. A., PFAFF, A ROBALINO, J. A., BOOMHOWER, P. 2007. Costa Rica's Payment for Environmental Services program: intention, implementation, and impact. Conservation Biology 21:1165–1173.
- SANGUINO, A.C. *et al.* Análise Econômica de Investimentos em Sistemas de Produção Agroflorestal no Estado do Pará. Rev. ciênc. agrár., Belém, PA, n. 47, p. 23-47, jan/jun., 2007.
- SANTILLI, M., MOUTINHO, P., SCHWARTZMAN, S., NEPSTAD, D., CURRAN, L., NOBRE, C., 2005. Tropical deforestation and the Kyoto Protocol. Climatic Change 71, 267–276.
- SANTOS, S. R. M. *et al.* Estimativa de biomassa de sistemas agroflorestais das várzeas do rio Juba, Cametá, Pará. Acta Amazônica, vol. 34(1), p. 1-8, 2004.
- SHEIKH, P. A. *et al.* 2006. Water buffalo and cattle ranching in the Lower Amazon Basin: Comparisons and conflicts. Agricultural Systems 87, 313–330.
- SIKOR, T. J. *et al.* 2010. REDD-plus, forest people's rights and nested climate governance. Global Environmental Change 20, 423–425.
- SILVA, C. B. *et al.* 2007. The economic feasibility of precision agriculture in Mato Grosso do Sul State, Brazil: a case study. Precision Agric 8, 255–265, DOI 10.1007/s11119-007-9040-2.
- SINDEN, J.A., THAMPAPILLAI, D.J. 1995. Introduction to Benefit-Cost Analysis. Longman Australia Pty Ltd, Melbourne.
- SOMMERVILLE, M. M. *et al.* 2009. A revised conceptual framework for payments for environmental services. Ecology and Society 14(2): 34. [online] URL: http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art34/
- SOUZA, R. M. D. Externalidades. 23f. Trabalho apresentado na Disciplina de Políticas de Economia e Gestão Mestrado em Economia e Política da Energia e do Ambiente, Universidade Técnica de Lisboa Instituto Superior de Economia e Gestão, 2000.
- SWALLOW, B. M. *et al.* 2010. The conditions for functional mechanisms of compensation and reward for environmental services. Ecology and Society 15(4): 6. [online] URL: http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss4/art6/
- TAMUBULA, I.; SINDEN, J. A. 2000. Sustainability and economic efficiency of agroforestry systems in Embu District, Kenya: An application of environmental modeling. Environmental Modelling & Software 15, 13–21.

THOMAZINI, M. J. (Editor Técnico). Anais do 1º Seminário sobre Segurança Biológica da Amazônia – Segbio. EMBRAPA Acre, ISSN 0104-9046, 2008. 168f.

THOMPSON, M. C. *et al.*, Seeing REDD+ as a project of environmental governance. Environ. Sci. Policy (2010), doi:10.1016/j.envsci.2010.11.006

TONHATI, H.; FACIOLA, A. P. Sistemas de Produção de Carne Bubalina no Brasil: Tecnologias e Informações para o Desenvolvimento Sustentável. In: IV SIMCORTE. Simpósio de Produção de Gado de Corte. Universidade Federal de Viçosa. Anais eletrônicos. Viçosa, MG, jun. 2004. Artigo. Disponível em: http://www.simcorte.com/index/Palestras/q_simcorte.htm. Acessado em: 24 ago.2010.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE – UNFCCC. The Conference of the Parties, AWG-LCA,Draft decision-/CP.16, posted to unfccc.int on 11/12/2010.

VALENTIM, J.F.; ANDRADE, C.M.S. Tendências e Perspectivas da Pecuária Bovina na Amazônia Brasileira. Amazônia: Ci. & Desenv., Belém, v. 4, n. 8, jan./jun. 2009.

VOIVODIC, M. *et al.* 2010. Developing safeguards for Redd-Plus: The Importance of A collaborative approach. In: Everything is connected - Climate and biodiversity in a fragile world.

WENDLAND, K.J., *et al.*, Targeting and implementing payments for ecosystem services: Opportunities for bundling biodiversity conservation with carbon and water services in Madagascar, Ecological Economics (2009), doi:10.1016/j.ecolecon.2009.01.002.

WILSON, W. M. Cassava (Manihot esculenta Crantz), Cyanogenic Potential, and Predation in Northwestern Amazonia: The Tukanoan Perspective. Human Ecology, Vol. 31, No. 3, September 2003.

WU, F.C.; TSANG, Y.P. 2004. Second-order Monte Carlo uncertainty/variability analysis using correlated model parameters: application to salmonid embryo survival risk assessment. Ecological Modelling 177, 393–414.

WUNDER, S. 2005. Payments for Environmental Services: Some. Nuts and Bolts. Occasional. Paper nº. 42. CIFOR, Bogor.

WUNDER, S. 2006. Are direct payments for environmental services spelling doom for sustainable forest management in the tropics? Ecology and Society 11(2): 23. [on line] URL: http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss2/art23/

WUNDER, S. 2007. The Efficiency of Payments for Environmental Services in Tropical Conservation. Conservation Biology Vol. 21, nº. 1, 48–58.

WUNDER, S. *et al.* Pagamentos por serviços ambientais: Perspectivas para a Amazônia Legal. Série Estudos, 10. Brasília: MMA, 2008. 136 p.

WUNDER, S.; ALBÁNB, M. 2008. Decentralized payments for environmental services: The cases of Pimampiro and PROFAFOR in Ecuador. Ecological Economics 65, 685-698.

WUNDER, S.; ENGEL, S.; PAGIOLA, S. 2008. Taking stock: a comparative analysis of payments for environmental services programs in developed and developing countries. Ecological Economics 65, 834–852.

YOKOMIZO, G. K. Y *et al.* 2010. Desempenho de progênies de açaizeiros avaliadas para caracteres agronômicos no Estado do Amapá. Sci. For., Piracicaba, v. 38, n. 87, p. 367-376