

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO – PPG
MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

FRANCINELLI DE ANGELI FRANCISCO DO VALE

**SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE
PRODUÇÃO FLORESTAL NO ESTADO DO PARÁ**

**BELÉM-PA
2010**

FRANCINELLI DE ANGELI FRANCISCO DO VALE

**SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE
PRODUÇÃO FLORESTAL NO ESTADO DO PARÁ**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciências Florestais: área de concentração Silvicultura, para obtenção do título de *Magister Science*.

Orientadora:

Profa. Dra. Selma Toyoko Ohashi

Co-orientadores:

Dra. Luciana Duque Silva - ESALQ

Dr. Ivan Crespo Silva - CEPLAC

Dr. Antonio Ryoei Higa - UFPR

Dr. Sérgio Gaiad - EMBRAPA Floresta

**BELÉM-PA
2010**

**Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca da UFRA**

Vale, Francinelli de Angeli Francisco do

Sustentabilidade de sistemas de produção florestal no estado
do Pará./ Francinelli Angeli Francisco do Vale. – Belém, 2010.
139f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade
Federal Rural da Amazônia, Belém, 2009.

1. Sistemas agroflorestais. 2. Reflorestamento. 3. Análise
emergética. 4. Indicadores de sustentabilidade. 5. Políticas
públicas. I. Título.

CDD: 634.9909811

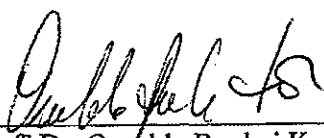
FRANCINELLI DE ANGELI FRANCISCO DO VALE

**SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE
PRODUÇÃO FLORESTAL NO ESTADO DO PARÁ**

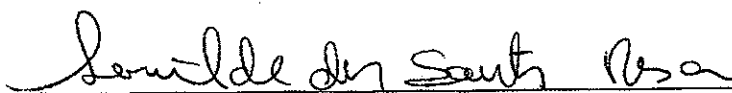
Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, área de concentração em Silvicultura, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Aprovada em: 23 de Agosto de 2010.

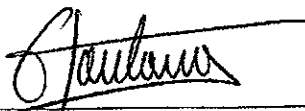
Banca Examinadora:



Prof^o Dr. Osvaldo Ryohei Kato – 1º Examinador
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL - EMBRAPA



Prof^ª Dra. Leonilde dos Santos Rosa – 2ª Examinadora
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA



Prof^º Dr. Antônio Cordeiro de Santana – 3º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA



Prof^ª Dra. Selma Toyoko Ohashi - Orientadora
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA

DEDICO

Ao meu marido, Rodrigo,
pelo estímulo, carinho, e paciência
no decorrer desse trabalho

Aos meus queridos filhos,
Nicole e Arthur,
pela aventura de ser mãe

Aos meu pais, Maria Aparecida e Gentil Francisco,
em especial à minha mãe
pelos incentivos e amor incondicional

À duas pessoas muito especiais,
Ilma Elisa e Renato Grisi,
pelas lições de vida e
por fazerem parte da minha formação

Ao Sr. Antônio Bartolomeu, Maria do Carmo e Sheila
pelo carinho e torcida

*O valor das coisas não está no tempo que elas duram,
mas na intensidade com que acontecem.
Por isso existem momentos inesquecíveis,
coisas inexplicáveis e pessoas incomparáveis.*

Fernando Pessoa

AGRADECIMENTOS

À Deus, por todos os momentos da minha vida, pelas lições e valores que aprendi e pelas vitórias que conquistei.

Aos meus familiares, pelo incentivo, compreensão e apoio para completar mais uma etapa da minha vida.

À Universidade Federal Rural da Amazônia, em especial ao Programa de Mestrado em Ciências Florestais, e aos demais professores deste programa, pela oportunidade, capacitação e pelos conhecimentos transmitidos.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

A professora Selma Toyoko Ohashi, pela orientação, incentivo, amizade, confiança e troca de experiências no decorrer do curso, que muito contribuíram para meu aperfeiçoamento profissional e amadurecimento pessoal.

Ao Sr. Michinori Konagano por ceder a área para a realização desta pesquisa, pela prontidão, colaboração e apoio com que nos recebeu durante as visitas técnicas e coleta de dados.

À Empresa Floraplac Industrial Ltda. pertencente ao Grupo Concrem, pela disponibilização da área, e em especial ao Engenheiro Alessandro Lechinoski, pela colaboração técnica e apoio logístico durante a execução das atividades na área da empresa.

Aos professores, Leonilde dos Santos Rosa, Antônio Cordeiro de Santana, Osvaldo Ryohei Kato e Paulo de Tarso Eremita da Silva, pelas valiosas contribuições.

A toda a equipe do Projeto Pró-Engenharia, Antônio Higa, Luciana Duque, Ivan Crespo, Sergio Gaiad, Mario Moraes, pelo acolhimento, credibilidade, orientações e amizade; aos colegas Maria da Penha, Cecília Dourado, e Rafael Oliveira pelo apoio.

Ao Sr. Carlos Roxo, viveirista do ICA, aos colegas Rodrigo Barbosa e Clenes Lima pela preciosa colaboração, e à Mylena Rodrigues, secretária do Mestrado em Ciências Florestais.

Aos colegas da 1ª turma de 2008, em especial, Leidy dos Santos e Marcia Krag pela cumplicidade, pelas horas de estudo, pelos intervalos de descontração entre as atividades e trocas de experiências que servirão para vida toda.

Aos primeiros orientadores de pesquisa da graduação, Renato Luiz Grisi Macedo e Ronald Zanetti Bonetti Filho, por despertar e estimular meu interesse na jornada científica, partindo sempre da aproximação entre o conhecimento científico com o saber comum.

Aos amigos Claudio Araújo e Simone Inoe, Marcos Piedade e Dênmora, Norberto Noronha, Walter Vellasco e Jôse, Gracialda e César, Eduardo e Emily, Moreira, Sebastião Sabá e Mariza, pela afinidade, amizade e companheirismo.

À todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão deste trabalho.

***Concedei-nos, Senhor, a serenidade necessária
para aceitar as coisas que não podemos modificar,
coragem para modificar aquelas que podemos e
sabedoria para distinguir umas das outras.***

Oração da Serenidade
(Reinhold Niebuhr)

RESUMO

VALE, F. A. F. Sustentabilidade de dois Sistemas de Produção florestal do Estado do Pará. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal Rural da Amazônia. 2010. Orientadora Selma Toyoko Ohashi.

O objetivo desta dissertação foi determinar a sustentabilidade de dois sistemas de produção florestal utilizados na recuperação de áreas degradadas no estado do Pará: o sistema de reflorestamento com paricá (*Schizolobium parahyba* var *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby), localizado no município de Paragominas e o sistema agroflorestal multiestratificado (SAF) com as culturas de pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.) e cacau (*Theobroma cacao*), em Tomé-Açu. A avaliação foi realizada através dos indicadores: econômicos (valor presente líquido - VPL, taxa interna de retorno - TIR e a relação benefício custo - RB/C); sociais (geração de emprego e renda) e emergéticos (transformidade - TR, renovabilidade - R%, razão de rendimento emergético - EYR, razão de investimento emergético - EIR, razão de carga ambiental - ELR, razão de intercâmbio emergético - EER e índice de sustentabilidade emergético - ESI). Os dados foram coletados por meio de entrevista semiestruturada e observação direta no campo, considerando todos os coeficientes técnicos para um hectare e ciclo de 28 anos. A análise econômica dos sistemas de produção florestal de reflorestamento com paricá e o sistema agroflorestal (SAF) multiestratificado, gerou resultados para os respectivos indicadores VPL (R\$ 3.182,42; R\$40.247,12), TIR (13,05%; 13,22%) e RB/C (1,15; 1,82) indicando que os sistemas apresentaram viabilidade econômica. A análise social demonstrou que os sistemas geram emprego e renda, e atendem as necessidades básicas dos trabalhadores, pois o reflorestamento com paricá e o sistema agroflorestal geram 1 e 4 empregos diretos e fixos, e renda média de R\$588,65 e R\$570,10, respectivamente. O sistema agroflorestal apresenta transformidade (TR) mais baixa do que o reflorestamento com paricá, portanto é mais eficiente em termos de transformação energética conseguindo agregar maior valor aos seus produtos, de acordo com a contabilização emergética. A sustentabilidade à longo prazo é uma característica de ambos os sistemas de produção avaliados por terem uma renovabilidade acima de 50% podendo estar relacionado com a pluviosidade. Os demais indicadores emergéticos (EYR, EIR, EER, ELR e ESI) comprovam que ambos os sistemas de produção utilizam mais recursos da natureza do que da economia, classificando-os como sistemas ecológicos, uma vez que fornecem produtos e serviços com baixa pressão ambiental e contribuem para a economia. Os resultados obtidos nas três análises permitem concluir que os sistemas de produção florestal estudados são sustentáveis do ponto de vista econômico, social e ambiental.

Palavras-chave: Sistemas Agroflorestais; Reflorestamento; Análise Emergética; Indicadores de Sustentabilidade; Políticas Públicas.

ABSTRACT

VALE, F. A. F. Sustainability of two Forestry Production Systems in the State of Pará.. **Master Thesis** (Master in Science Forestry). Universidade Federal Rural da Amazônia. 2010. Supervisor Selma Toyoko Ohashi.

The purpose of this thesis was determine the sustainability of two forestry production systems utilized at the recovery of degraded areas in the State of Pará: the reforestation system with *paricá* (*Schizolobium parahyba* var *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby), located in the city of Paragominas and the multistrata agroforestry system (SAF) with plantations of pepper (*Piper nigrum* L.) and cacao (*Theobroma cacao*), in Tomé-Açu. The assessment was conducted through economic indicators (Net Present Value – NPV, Internal Rate of Return – IRR and benefit-cost ratio – BCR); social indicators (generation of employment and income) and emergy (transformity – TR, renewability – R%, emergy yield ratio – EYR, emergy investment ratio – EIR, emergy loadin ratio – ELR, emergy exchange ratio – EER and emergy sustainability index – ESI). The data were collected through semi-structured interview and direct observation at the field, considering all technical coefficients for one hectare and cycle of 28 years. The economic analysis from the forestry production systems with *paricá* and multistrata agroforestry system (SAF), produced results for the related indicators VPL (R\$ 3.182,42; R\$40.247,12), TIR (13,05%; 13,22%) e RB/C (1,15; 1,82) indicating that the systems have economic viability. Social analysis showed that the systems generate employment and income, and attend the employees basic needs, wherefore the reforestation with *paricá* and the agroforestry system create 1 and 4 direct and steady employments, and average income of R\$588,65 and R\$570,10, respectively. The agroforestry system shows lower transformity (TR) than the reforestation with *paricá*, therefore it is more efficient in terms of energy transformity achieving major aggregate value to their products, according with the emergy accounting. The sustainability is, in the long run, one attribute of both production systems assessed by the reason that they have a renewability beyond 50% may be related with the rainfall. The remaining emergy indicators (EYR, EIR, EER, ELR e ESI) testify that both the production systems use more resources from nature than from economy, classifying them as ecological systems, once that they provide products and services with low environment pressure and contribute with the economy. The results obtained at the three analysis allow deduce that the studied forestry production systems are sustainable by an economic, social and environmental view.

Key-words: Agroforestry System; Reforestation; Emergy Analysis; Sustainability Indicators; Public Policies.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS, NO ESTADO DO PARÁ.	27
FIGURA 2. LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE TOMÉ-AÇU, NO ESTADO DO PARÁ.	31
FIGURA 3. DIAGRAMA GENÉRICO DE FLUXO DE UM SISTEMA.	40
FIGURA 4. ESQUEMA DO HISTÓRICO DA ÁREA DO REFLORESTAMENTO DE PARICÁ, NO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS, PA.....	46
FIGURA 5. CROQUI DO PLANTIO DE PARICÁ NO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS, PA.	47
FIGURA 6. CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE PARICÁ COM AS ETAPAS DE IMPLANTAÇÃO, MANUTENÇÃO E COLHEITA, NO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS, PA.	48
FIGURA 7. ESQUEMA DO HISTÓRICO DA ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DO SAF NO MUNICÍPIO DE TOMÉ-AÇU, PA.	49
FIGURA 8. CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE SAF COM AS ETAPAS DE IMPLANTAÇÃO, MANUTENÇÃO E COLHEITA NO MUNICÍPIO DE TOMÉ-AÇU, PA.	50
FIGURA 9. REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO PLANTIO DE SAF NO ANO DE IMPLANTAÇÃO NO MUNICÍPIO DE TOMÉ-AÇU, PA.	51
FIGURA 10. REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO PLANTIO DE SAF NOS DIAS ATUAIS NO MUNICÍPIO DE TOMÉ-AÇU, PA.	52
FIGURA 11. COMPORTAMENTO DO VPL EM RELAÇÃO À VARIAÇÃO DAS TAXAS DE JUROS, DO SISTEMA DE REFLORESTAMENTO EM PARAGOMINAS, PA.	58
FIGURA 12. COMPORTAMENTO DO VPL EM RELAÇÃO AOS TRÊS CENÁRIOS TRAÇADOS PARA O REFLORESTAMENTO COM PARICÁ NO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS, PA.	60
FIGURA 13. COMPORTAMENTO DOS CUSTOS E RECEITAS DO SISTEMA AGROFLORESTAL NO MUNICÍPIO DE TOMÉ-AÇU, PA.	63
FIGURA 14. COMPORTAMENTO DO VPL EM RELAÇÃO À VARIAÇÃO DAS TAXAS DE JUROS DO SISTEMA AGROFLORESTAL NO MUNICÍPIO DE TOMÉ-AÇU, PA.	66
FIGURA 15. COMPORTAMENTO DO VPL EM RELAÇÃO AOS TRÊS CENÁRIOS TRAÇADOS PARA O SISTEMA AGROFLORESTAL NO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS, PA.	69

FIGURA 16. COMPORTAMENTO DO VPL DOS DOIS SISTEMAS DE PRODUÇÃO EM RELAÇÃO AOS TRÊS CENÁRIOS, 2010.	72
FIGURA 17. DIAGRAMA SISTÊMICO DO REFLORESTAMENTO DE PARICÁ NO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS, PA.	79
FIGURA 18. DIAGRAMA SISTÊMICO DO SISTEMA AGROFLORESTAL NO MUNICÍPIO DE TOMÉ-AÇU, PA.	80

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES DO SISTEMA, SUAS TRANSFORMIDADES E FLUXOS EMERGÉTICOS.....	42
TABELA 2. VALORES DE PRODUÇÃO E VALOR CALÓRICO PARA CÁLCULO DA ENERGIA PRODUZIDA E O VALOR RECEBIDO PELA VENDA DE CADA PRODUTO DOS SISTEMAS.....	43
TABELA 3. PRODUÇÃO, CUSTOS E RECEITAS ANUAIS TOTAIS DE UM CICLO DO REFLORESTAMENTO DE PARICÁ COM VALORES ATUALIZADOS PARA 2010.....	55
TABELA 4. VALORES DE CUSTOS TOTAIS DO ANO DE IMPLANTAÇÃO (ANO 1) DE UM HECTARE DE REFLORESTAMENTO DE PARICÁ COM VALORES ATUALIZADOS PARA 2010.....	56
TABELA 5. FLUXO DE CAIXA DO REFLORESTAMENTO DE PARICÁ EM 2010.....	57
TABELA 6. VARIAÇÃO DO VPL E RB/C EM RELAÇÃO ÀS TAXAS DE JUROS DO REFLORESTAMENTO COM PARICÁ, NO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS, PA.	59
TABELA 7. VARIAÇÃO DO VPL, TIR E RB/C EM RELAÇÃO À VARIAÇÃO DO PREÇO DA MADEIRA, DO REFLORESTAMENTO COM PARICÁ, NO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS, PA.	61
TABELA 8. VARIAÇÃO DO VPL, TIR E RB/C EM RELAÇÃO À VARIAÇÃO DO CUSTO DE COLHEITA DO REFLORESTAMENTO DE PARICÁ (R\$ 7.480,00), NO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS, PA.....	61
TABELA 9. VALORES BRUTOS DE CUSTOS E RECEITAS DA PRODUÇÃO DO SISTEMA AGROFLORESTAL NO ANO DE 2010, NO MUNICÍPIO DE TOMÉ-AÇU, PA.....	62
TABELA 10. VALORES DE CUSTOS TOTAIS DAS OPERAÇÕES NO ANO DE IMPLANTAÇÃO (ANO1) DE UM HECTARE DE SAF, 2010, NO MUNICÍPIO DE TOMÉ-AÇU, PA.	64
TABELA 11. FLUXO DE CAIXA DO SISTEMA AGROFLORESTAL NO ANO DE 2010, NO MUNICÍPIO DE TOMÉ-AÇU, PA.	65
TABELA 12. VARIAÇÃO DO VPL E RB/C EM RELAÇÃO ÀS TAXAS DE JUROS DO SAF EM TOMÉ-AÇU, PA.....	68
TABELA 13. VARIAÇÃO DO VPL, TIR E RB/C EM RELAÇÃO À VARIAÇÃO NO PREÇO DE VENDA DA PIMENTA-DO-REINO PRETA E BRANCA DO SAF EM TOMÉ-AÇU, PA, 2010.	70

TABELA 14. VARIAÇÃO DO VPL, TIR E RB/C EM RELAÇÃO À VARIAÇÃO NO PREÇO DE VENDA DO CACAU DO SAF EM TOMÉ-AÇU, PA, 2010.....	70
TABELA 15. ESTRUTURA DE CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DOS DOIS SISTEMAS DE PRODUÇÃO PARA UM HECTARE, 2010.....	70
TABELA 16. SÍNTESE DA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE COM OS TRÊS CENÁRIOS PARA OS DOIS SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 2010.....	72
TABELA 17. RESULTADO DA ANÁLISE SOCIAL DOS DOIS SISTEMAS DE PRODUÇÃO, CONSIDERANDO UM HORIZONTE DE 28 ANOS, 2010.....	75
TABELA 18. AVALIAÇÃO EMERGÉTICA DO REFLORESTAMENTO DE PARICÁ PARA O ANO DE 2010 ^A	81
TABELA 19. AVALIAÇÃO EMERGÉTICA DO SISTEMA AGROFLORESTAL PARA O ANO DE 2010 ^A	83
TABELA 20. PRODUTOS GERADOS E ENERGIA PRODUZIDA PELOS DOIS SISTEMAS DE PRODUÇÃO FLORESTAL, 2010.....	84
TABELA 21. FLUXOS DE EMERGIA DOS DOIS SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 2010. ..	85

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1. SÍMBOLOS UTILIZADOS PARA ELABORAÇÃO DOS DIAGRAMAS SISTÊMICOS.....	41
QUADRO 2. CLASSIFICAÇÃO E DESCRIÇÃO DOS FLUXOS EMERGETICOS	43
QUADRO 3. ÉPOCAS DE PRODUÇÃO DAS ESPÉCIES COMPONENTES DO SISTEMA AGROFLORESTAL, NO MUNICÍPIO DE TOMÉ-AÇU, PA.	54
QUADRO 4. INÍCIO E PERÍODO DE CULTIVO DE CADA COMPONENTE DO SISTEMA AGROFLORESTAL, NO MUNICÍPIO DE TOMÉ-AÇU, PA.	54

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AS	Análise de sensibilidade
BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento
CAMTA	Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CBSAF	Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais
CEPAL	Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe
CIMC	Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima
COP 15	Conferência das Partes - 15ª Conferência das Nações Unidas sobre Mudança do Clima
DAP	Diâmetro à Altura o Peito
EER	Índice de Intercâmbio Emergético
EIR	Índice de Investimento Emergético
ELR	Razão de Carga Ambiental
ESI	Índice de Sustentabilidade Emergético
EYR	Índice de Rendimento Emergético
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Fundo das Nações Unidas para a Agricultura
FUNPEA	Fundação de Apoio à Pesquisa, Extensão e Ensino em Ciências Agrárias
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICRAF	International Council for Research in Agroforestry (atual Centro Mundial de Sistemas Agroflorestais - CMSAF)
IDEFLOR	Instituto de Desenvolvimento Florestal do Estado do Pará
IDESP	Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
INEE	Instituto Nacional de Eficiência Energética
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
MDF	Medium Density Fiberboard – Chapa de Fibra de Madeira Média
MMA	Ministério do Meio Ambiente
OAF	Operação Arco de Fogo
OIT	Organização Internacional do Trabalho
PA	Pará
PAE	Programa de Assentamento Agroextrativista
PAF	Projeto de assentamento Florestal
PAP	Plano Agrícola e Pecuário
PAS	Plano Amazônia Sustentável
PDSA	Programa Executivo de Desenvolvimento Sustentável do Agronegócio na Amazônia Legal
PDS	Projetos de Desenvolvimento Sustentável

PENSAF	Plano Nacional de Silvicultura com Espécies Nativas e Sistemas Agroflorestais
PIB	Produto Interno Bruto
PIN	Plano de Integração Nacional
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PPA	Plano Plurianual
PPCDAm	Plano de Ação para Prevenção e controle do Desmatamento na Amazônia Legal
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
PROPFLORA	Programa de Plantio Comercial e Recuperação de Florestas
RBC	Relação Benefício Custo
SAFs	Sistemas Agroflorestais
sej	Solar emjoule (energia solar), unidade de medida utilizada pela metodologia emergética
SENASP	Secretaria Nacional de Segurança Pública
SEPOF	Secretaria de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças
SI ou ESI	Índice de Sustentabilidade
TIR	Taxa Interna de Retorno
Tr	Transformidade
TNC	The Nature Conservancy
UNAMA	Universidade da Amazônia
VPL	Valor Presente Líquido
%R	Porcentagem de Renovabilidade

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT	ii
LISTA DE FIGURAS.....	iii
LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE QUADROS.....	vii
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	viii
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	3
2.1 OBJETIVO GERAL.....	3
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3 REFERENCIAL TEÓRICO	4
3.1 HISTÓRICO DE OCUPAÇÃO E USO DA TERRA NA AMAZÔNIA.....	4
3.2 POLÍTICAS PÚBLICAS FLORESTAIS NA AMAZÔNIA	8
3.3 CONCEITOS E PRINCÍPIOS SISTÊMICOS	13
3.3.1 Sistema de Produção de Reflorestamento Comercial no Estado do Pará.....	14
3.3.2 Sistema de Produção Agroflorestal no Estado do Pará	16
3.4 SUSTENTABILIDADE	19
3.4.1 Indicadores de sustentabilidade	20
3.4.1.1 Indicadores econômicos	21
3.4.1.2 Indicadores sociais.....	23
3.4.1.3 Indicadores ambientais	24
4 MATERIAL E MÉTODOS	27
4.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO.....	27
4.1.1 Município de Paragominas, PA	27
4.1.1.1 Histórico do município	28
4.1.1.2 Aspectos socioeconômicos	29
4.1.1.3 Características físicas e biológicas	30
4.1.2 Município de Tomé-Açu, PA.	30
4.1.2.1 Histórico do município	31
4.1.2.2 Aspectos socioeconômicos	32
4.1.2.3 Características físicas e biológicas	33
4.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	34
4.3 AVALIAÇÃO ECONÔMICA	34

4.3.1 Composição dos custos.....	35
4.3.2 Composição das receitas.....	35
4.3.3 Fluxo de caixa e taxa de mínima de atratividade (TMA).....	36
4.3.4 Análise econômica.....	36
4.3.4.1 Valor presente líquido – VPL.....	36
4.3.4.2 Taxa interna de retorno – TIR	37
4.3.4.3 Relação benefício/custo – RB/C.....	37
4.3.5 Análise de sensibilidade	38
4.4 AVALIAÇÃO SOCIAL.....	39
4.5 AVALIAÇÃO AMBIENTAL.....	40
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO	46
5.1.1 Reflorestamento de paricá	46
5.1.2 Sistema agroflorestal	49
5.2 ANÁLISE ECONÔMICA.....	55
5.2.1 Reflorestamento de paricá	55
5.2.1.1 Estrutura de custos e receitas.....	55
5.2.1.2 Análise de viabilidade econômica	56
5.2.1.3 Análise de sensibilidade	59
5.2.2 Sistema agroflorestal	62
5.2.2.1 Estrutura de custos e receitas.....	62
5.2.2.2 Análise de viabilidade econômica	64
5.2.2.3 Análise de sensibilidade	68
5.2.3 Síntese dos sistemas de produção.....	70
5.3 ANÁLISE SOCIAL.....	74
5.3.1 Conforto Laboral Proporcionado pela Empresa Responsável do Reflorestamento com Paricá.....	76
5.3.2 Conforto Laboral Proporcionado pelo Agricultor Responsável pelo Sistema Agroflorestal	77
5.4 ANÁLISE AMBIENTAL DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO (ANÁLISE EMERGÉTICA).....	78
6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	89
7 REFERÊNCIAS	91
APÊNDICES	101

1 INTRODUÇÃO

A interação humana com as florestas tem uma longa história de transformação ambiental, porém as alterações recentes têm sido mais drásticas ocasionando redução e deterioração rápida dos ecossistemas florestais causados por fatores sociais, econômicos e ecológicos que variam muitas vezes com repercussões mundiais.

O desenvolvimento e o crescimento populacional farão aumentar a demanda por madeira e alimento nas próximas décadas havendo a necessidade de aberturas de novas áreas agrícolas (expansão de áreas agricultáveis) e reflorestamentos, ocasionando uma maior pressão sobre as florestas tropicais e gerando um aumento de áreas desmatadas.

Esse desmatamento tem um falso avanço no que concerne à geração de emprego e renda para região local nos primeiros anos, porém os ciclos de produção são curtos e insustentáveis para o crescimento econômico gerando grilagem de terras e trabalho escravo, principalmente na Região Norte.

Devido ao histórico de uso e ocupação da Amazônia e a atual preocupação com desmatamentos intensivos, surge a necessidade de adoção de sistemas alternativos de produção e reformulação das políticas públicas adequadas à região para que os sistemas adotados e o desenvolvimento econômico sejam sustentáveis.

Porém, sabe-se que a estratégia do desenvolvimento sustentável na região amazônica, não é simples, e requer várias soluções atuando paralelamente, tais como: projetos de extração florestal renovável, demarcação de reservas florestais, domesticação de espécies de interesse econômico visando cadeias produtivas locais, programas de infraestrutura e capacitação humana, subsídios para recuperação de solos e implantação de sistemas alternativos de produção, fiscalização e aplicação das leis, bem como pagamentos por perdas e serviços ambientais.

Os ecossistemas naturais ou os sistemas de produção representam um papel importante na manutenção e fornecimento de bens e serviços essenciais a satisfação - direta e/ou indireta - das necessidades humanas, por isso a compreensão destes e de seus benefícios econômicos e ecológicos são essenciais não apenas para mostrar o real valor destes ecossistemas à sociedade, mas também para auxiliar os tomadores de decisão no manejo sustentável destas áreas.

Portanto a sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável têm suas definições baseadas nas relações sociais, culturais, econômicas e ambientais que visam o

desenvolvimento econômico, proteção ao meio ambiente e igualdade e bem-estar social, tanto das gerações atuais como das gerações futuras. Então, o conceito de sustentabilidade pode ser aplicado a qualquer atividade desenvolvida pelo homem e sua avaliação tem diferentes enfoques de acordo com a classificação na qual será avaliada, seja global, nacional, regional, de ecossistema, de sistema de produção ou de propriedade (FERREIRA; SILVA, 2008; MARZALL; ALMEIDA, 1999; THIBAU, 2000; VAN BELLEN, 2005).

Neste sentido, as pesquisas científicas que proporcionaram desenvolvimento espetacular na produtividade e na qualidade dos produtos florestais devem ser fortalecidas para atender novas demandas do setor florestal em seus diversos segmentos, incluindo sistemas alternativos de produção florestal como os reflorestamentos e sistemas agroflorestais, e para equacionar possíveis paradigmas com relação à provisão de serviços sociais e ambientais, em face aos novos modelos de produção.

Surge então a necessidade de avaliar se estes novos modelos são sustentáveis ou não. Isto é possível através de indicadores de sustentabilidade, os quais têm o propósito de elucidar e delinear o estado atual dos sistemas e demonstrar se os objetivos estão sendo alcançados. Estes indicadores possibilitam correlacionar as dimensões sociais, ambientais e econômicas de qualquer sistema ou ecossistema, em termos qualitativos e quantitativos.

Ressalta-se que a maioria dos estudos referentes a indicadores de sustentabilidade considera escalas globais ou continentais, tendo pouca relevância para análises em escalas locais, como unidades ou sistemas de produção. Não há indicadores universais, eles podem variar de acordo com o problema ou objeto de estudo.

Para isso é preciso escolher e adaptá-los conforme a metodologia utilizada, o público alvo, de acordo com a disponibilidade de dados e recursos, e do uso pretendido. Então quando bem escolhidos podem interpretar os fenômenos naturais e fazer previsões sobre o comportamento a curto, médio e longo prazo quanto a sustentabilidade dos sistemas.

Uma metodologia que está sendo bastante utilizada neste sentido é a análise emergética, chamada também de indicador ambiental, por ser capaz de promover um diagnóstico de sistemas ou processos e por permitir a interpretação da dependência ou não de um sistema quanto aos recursos da economia e da natureza, feita através de um balanço de energia, considerando as entradas e saídas do sistema (ODUM, 1996; ODUM et al., 2000; AGOSTINHO, 2005; Ortega et al., 2005).

Todas as contribuições da economia e da natureza são transformadas para uma única unidade que é a energia solar equivalente em joule (sej/J) e com essa transformação pode-se

comparar diversos tipos de sistemas de produção inferindo sobre a sustentabilidade dos mesmos (ODUM, 1996; ODUM et al., 2000; ORTEGA, 2002).

Diante do exposto, foi adotada a seguinte hipótese científica: os sistemas de produção florestal a serem estudados são alternativas sustentáveis para uso das terras alteradas no estado do Pará. Para corroborar esta hipótese foi proposta a utilização de indicadores que apontem a viabilidade econômica, social e ambiental (análise emergética).

Esta dissertação faz parte de um projeto multidisciplinar que está promovendo o intercâmbio de instituições de ensino superior e centros de pesquisa nacional (UFRA, UFPR, CEPLAC, EMBRAPA Florestas e UNESP Ilha Solteira) para desenvolver estudos sobre a sustentabilidade (econômica, social e ambiental) de sistemas de produção com espécies florestais nativas e sistemas agroflorestais para verificar a viabilidade destes sistemas a fim de disseminá-los como uma alternativa viável de recuperação de terras alteradas no estado do Pará.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a sustentabilidade de dois sistemas de produção florestal instalados nos municípios de Paragominas e Tomé-Açu, no Estado do Pará, através das análises socioeconômica e emergética.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar e caracterizar os sistemas de produção florestal: um reflorestamento puro monoespecífico e um sistema agroflorestal multiestratificado;
- Avaliar a sustentabilidade de um reflorestamento puro de paricá no município de Paragominas, através de indicadores econômicos e sociais;
- Avaliar a sustentabilidade de um sistema agroflorestal multiestratificado no município de Tomé-Açu, através de indicadores econômicos e sociais;
- Avaliar e comparar os sistemas de produção florestal por meio da análise emergética como indicativo da sustentabilidade ambiental.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 HISTÓRICO DE OCUPAÇÃO E USO DA TERRA NA AMAZÔNIA

A Amazônia possui a maior floresta tropical do mundo, três mil espécies de árvores e cerca de 60% de todas as formas de vida do planeta estão concentradas na floresta amazônica, mas calcula-se que apenas 30% de todas elas são conhecidas pela ciência (PORTAL AMAZÔNIA, 2010). Contempla também a maior bacia hidrográfica e recentemente descobriu-se a maior reserva de água doce do mundo, e ainda apresenta influência no clima através da emissão ou retenção de gases, e da evapotranspiração que é responsável por 50% das chuvas que a floresta recebe (ORM, 2010).

Em termos históricos o processo de devassamento da região teve início nas florestas inundáveis localizadas ao longo dos eixos fluviais navegáveis em busca, por um lado, das chamadas drogas do sertão (cacau, castanha, madeira, raízes aromáticas, canela, etc.) e por outro lado, a expansão do território português no período imperial (FERREIRA; SALATI, 2005).

Dessa maneira, os rios foram a porta de entrada para os imigrantes na região que, com a descoberta dos produtos locais (drogas do sertão) e com as pressões do mercado, contribuíram para a passagem da prática de coleta (extrativismo) para a prática de cultivo, dando início a interiorização da penetração humana em direção a terra firme. (FERREIRA; SALATI, 2005).

Na segunda década do século XIX, iniciou-se o ciclo da borracha que teve seu apogeu na primeira década do século XX e, embora tenha perdido a maior parte do seu vigor, ainda permanece nos dias de hoje. A castanha, cuja extração já teve mais destaque, segue como atividade de subsistência de populações ribeirinhas, juntamente com a pesca, a caça e a exploração de outras frutas que se destinam ao mercado, como o açaí, o cupuaçu, a pupunha, o cajá e outros (SAYAGO; TOURRAND; BURSZTYN, 2004).

O processo de transformação regional se intensificou após a abertura das estradas e com a implantação dos grandes projetos de ocupação da região. A partir do final da década de 60 e 70, a “vascularização” da Amazônia, constituída por estradas, e os grandes projetos pecuários, minerais e governamentais (hidrelétricas, colonização, rodovias, infraestrutura social, etc.) estabelecidos na região, atraíram grandes contingentes populacionais, que ao término das etapas iniciais, passaram a inchar os núcleos urbanos e a incorporar as novas frentes de expansão da fronteira agrícola. (SAYAGO; TOURRAND; BURSZTYN, 2004).

Durante os anos 60, a política de investimentos em infraestrutura, particularmente em estradas, viabilizaram a colonização em larga escala da região, incentivada pelo governo por razões geopolíticas. Grandes projetos de mineração, hidrelétricas e incentivos governamentais à expansão da pecuária e agricultura foram implementados com subsídios do Governo (NEPSTAD et al., 2001; CARVALHO et al., 2001).

Com as estradas construídas, começou também a intensificação da exploração florestal, seguida do avanço da fronteira agrícola, que abre espaço para a agricultura da maioria das frentes pioneiras; a pecuária bovina, que ocupa parte da área desmatada; a lavoura agrícola como cultura de abertura do plantio de pastagem e culturas perenes, quando é possível, de acordo com a qualidade do solo e a distribuição da pluviometria. (SAYAGO; TOURRAND; BURSZTYN, 2004).

Se forem considerados os planos de desenvolvimento dos anos 40 até pelo menos o final dos anos 80, do século XX, a estratégia de ocupação da Amazônia esteve relacionada a fatores importantes para o desenvolvimento local, como: abertura de novos mercados consumidores, integração ao trabalho de excedentes populacionais do nordeste; aproveitamento do potencial dos recursos madeireiro e mineral; ocupação de novas terras por empresários do centro-sul, para gerar acumulação e acesso a incentivos fiscais; e a questão da segurança nacional, motivada pelo discurso dos governos militares (LOUREIRO, 1992).

No período do chamado “milagre econômico brasileiro”, nos anos 70, o Governo Federal implementou o Projeto de Integração Nacional (PIN) tendo como *slogan* “terras sem homens para homens sem terra”, em que o governo militar objetivava a ocupação da Amazônia visando solidificar sua soberania e realocar pessoas de outras regiões potencialmente conflituosas (FORLINE, 2000). Assim, a região sofreu o que se pode identificar como a sua primeira fase de colonização.

A forma de cultivo dessa colonização era através da prática de corte e queima da floresta seguida do plantio. Esta prática é típica de contextos onde a terra é barata e a natureza farta gerando desmatamento e, na sua esteira, atividades mais extensivas do que intensivas. (SAYAGO; TOURRAND; BURSZTYN, 2004).

Nesse período surge o denominado “boom-colapso econômico” associado às forças de mercado que atuaram livremente na região, provocado pelo uso do solo baseado na exploração madeireira predatória e na pecuária extensiva, ou seja, nos primeiros anos ocorre um rápido crescimento (*boom*) seguido de um severo declínio em renda e emprego (colapso),

esse padrão é mais evidente nas fronteiras madeireiras mais antigas como no município de Paragominas, no leste do Pará. (SCHNEIDER et al., 2000).

O período caracterizado pelo *boom* da exploração predatória de madeira na Amazônia resultou na exaustão dos recursos da floresta nos antigos centros de sua exploração no leste do Pará, centro-norte do Mato Grosso e sul de Rondônia. A escassez de madeira nesses lugares tem forçado as serrarias a migrar para novas fronteiras de exploração no centro-norte do Pará (regiões do rio Pacajá e Anapu), oeste do Pará (ao longo da rodovia BR-163) e sudoeste do Amazonas (VERÍSSIMO; BARRETO, 2005).

Até a década de 70 do século XX, a região totalizou 300 mil km² de perda da floresta original (6% do território regional), enquanto a partir da década de 80, o desmatamento atinge cerca de 130 mil km², na década de 1990 foi de 150 mil km², e só nos primeiros anos do século XXI, por cerca de 120 mil km² (PAS, 2006).

As aberturas das estradas, que visavam o desenvolvimento regional por meio da conexão da região norte e central do Brasil ao sul e ao Pacífico resultaram em aumentos expressivos das taxas de desmatamento, já que mais de 70% do desmatamento na Amazônia está concentrado em 50 km para cada lado das estradas pavimentadas (NEPSTAD et al., 2006).

O desmatamento nesse período concentrou-se no oeste do Pará, na área de influência da BR-163 e na Terra do Meio, onde estão localizadas as últimas áreas de floresta amazônica relativamente intactas no estado do Pará; estendendo-se por cerca de oito milhões de hectares entre os rios Xingu e Tapajós, no mesmo estado, sendo palco de grilagem de terra e exploração ilegal de madeira (PONTES JUNIOR et al., 2004).

Apesar de todo planejamento e dos planos de desenvolvimento, os conflitos fundiários permanecem e são atribuídos a inoperância do Estado em gerir o território, e na ineficiência ao combate a grilagem e a concentração fundiária. O Pará desde 2006, segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, tem ocupado a posição nada privilegiada de ser o estado campeão de desmatamento na Amazônia.

O modelo de desenvolvimento adotado na Amazônia no passado recente, com atividades como pecuária, madeira, agronegócio e extração mineral, acarretou o crescimento do PIB, no entanto, isso não conseguiu melhorar a distribuição de renda. Este modelo além de danificar o meio ambiente, não trouxe benefícios do ponto de vista social (BRASIL, 2007).

A incidência de trabalho escravo no Brasil se concentra principalmente no “arco de desenvolvimento” da Amazônia onde está inserida grande parte do estado do Pará, e em

alguns setores econômicos — principalmente a pecuária (CEPAL; PNUD; OIT, 2008) e a carvoaria que atende o setor de siderurgia no Estado (INSTITUTO OBSERVATÓRIO SOCIAL, 2004).

A Amazônia do futuro deve conciliar o uso sustentável dos recursos naturais com as atividades econômicas e sociais, gerando emprego e renda para a população atual e para as futuras gerações.

Na COP 15 (BRASIL, 2010) os compromissos brasileiros até 2020 foram: reduzir em 80% o índice de desmatamento anual na Amazônia, ampliar em 11% ao ano o consumo interno de etanol, dobrar a área de florestas plantadas no Brasil para 11 milhões de hectares, sendo dois milhões de hectares com uso de espécies nativas e reduzir as perdas não técnicas na distribuição de energia elétrica com taxa de 1000 GWh por ano.

Para atingir estes compromissos é necessário identificar, planejar e coordenar as ações mitigando as emissões e adaptando a sociedade aos impactos das alterações climáticas, incentivar a eficiência no desempenho dos vários setores da economia, manter elevada a participação de fontes renováveis de energia na matriz energética nacional, promover o aumento sustentável da participação de biocombustíveis na matriz de transporte nacional, buscar a redução sustentada das taxas de desflorestamento ilegal, até que se atinja o desmatamento zero, eliminar a perda líquida da área de cobertura florestal no Brasil até 2015, fortalecer ações inter-setoriais voltadas à diminuição das vulnerabilidades das populações nacionais, identificar os impactos ambientais decorrentes da mudança do clima e fomentar o desenvolvimento de pesquisas científicas (BRASIL, 2010).

Dentro deste enfoque os reflorestamentos com espécies nativas no Estado do Pará já é uma realidade, seja em plantios monoespecíficos, como ocorre com o paricá (*Schizolobium parahyba* var *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby), seja em consórcio de espécies florestais ou em sistemas agroflorestais.

Os plantios monoespecíficos de paricá vêm ocorrendo em grande escala com uma estimativa de cerca de 80.000 ha plantados no estado, tendo em destaque nessa iniciativa os municípios de Paragominas e Dom Eliseu. Paragominas, para fazer frente à Operação Arco de Fogo, sofreu uma grande mobilização para transformar a situação ambiental de município que mais desmata para município verde.

Em fevereiro de 2010 foi realizado o I Seminário “Paragominas Município Verde”, que apresentou a redução de 90% na taxa de desmatamento, o Cadastro Ambiental Rural (CAR) de 80% das propriedades rurais, o Planejamento Municipal de Desenvolvimento Rural

Sustentável e o planejamento para a Recuperação de Áreas Degradadas (TNC, 2010). Com esses objetivos alcançados a partir de março de 2010, o município saiu da lista do Ministério do Meio Ambiente (MMA) dos municípios desmatadores da região Amazônica.

Os sistemas agroflorestais (SAFs) em Tomé-açu ocorreram em substituição ao cultivo monoespecífico de *Piper nigrum* L. (pimenta-do-reino) que foi dizimado por doenças na década de 60 e 70 na região; são praticados sistematicamente na região e considerados como modelos produtivos tecnicamente viáveis em termos sociais e econômicos e sendo referidos como padrão de eficiência em diferentes reuniões técnicas no Brasil, como por exemplo, nos Congressos Brasileiros de Sistemas Agroflorestais – CBSAFs (2002; 2009) e no exterior.

Os sistemas agroflorestais são sistemas de uso da terra recomendados para diminuir o êxodo rural, uma alternativa segura para obtenção de renda para os produtores rurais, atendendo a produção de alimentos, provisão de sombra em cultivos de rendimento e exportação como o café e o cacau. Em regiões tropicais, esta prática pode consolidar ou aumentar a produtividade, pois evita a degradação do solo e aumenta a ciclagem de nutrientes (YARED; BRIENZA JUNIOR; MARQUES, 1992).

A maioria dos produtores de SAF é associada à Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu (CAMTA) que desempenha um importante papel social, econômico e ambiental na região, sendo responsáveis pela produção, beneficiamento e comercialização de polpa de frutas, pimenta-do-reino e cacau, e outros produtos agrícolas.

Um pouco mais sobre o histórico de uso e ocupação da Amazônia pode ser visto no estudo de Rosa (2002), que retrata desde a sua colonização até os fatores que afetaram o uso dos recursos florestais pelos camponeses nas áreas de colonização na região amazônica.

3.2 POLÍTICAS PÚBLICAS FLORESTAIS NA AMAZÔNIA

As políticas públicas são instrumentos utilizados para regulamentação, crédito, assistência técnica e capacitação, disponibilização de insumos (sementes e mudas), informação e pesquisa, monitoramento e controle.

Como forma de crédito o incentivo fiscal deve dar um impulso no empreendimento florestal, devendo as fases seguintes serem mantidas com os próprios recursos advindos da exploração (THIBAU, 2000). Estas etapas podem variar de acordo com o tipo de empreendimento e o tipo de produto a ser produzido.

Becker (2001) fez uma revisão histórica sobre as políticas públicas para a Amazônia, refletindo sobre o interesse nacional em seus valores históricos atualizados pela incorporação

das demandas da cidadania, e essa transição se expressa hoje nas políticas públicas desarticuladas. Os modelos de ocupação territorial na Amazônia geraram duas políticas públicas paralelas e conflitivas, porém para que se consiga alcançar o desenvolvimento sustentável é preciso que se compatibilizem os interesses conservacionistas e desenvolvimentistas.

Segundo dados do Comitê Interministerial Sobre Mudança do Clima - CIMC (2008), na Amazônia a transformação ambiental foi feita de forma acelerada nas últimas décadas, ocasionando uma perda em torno 18% da cobertura original.

Devido a esse desmatamento acelerado na Amazônia, foi lançado em 2004 o Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal - PCDA_m, um conjunto de políticas e medidas com o objetivo de intensificar os cuidados de preservação ambiental, com ações complementares de 13 órgãos governamentais. Uma iniciativa estratégica do governo brasileiro que se insere plenamente nas diretrizes e prioridades do Programa do Governo no Plano Plurianual (PPA- 2004-2007), e no Plano Amazônia Sustentável (PAS-2006), como estratégia de desenvolvimento regional que orienta os investimentos do PPA 2004-2007 e políticas públicas afins (PPCDA_m, 2004).

Segundo o Tribunal de Contas da União (2007) foi aprovado o Programa Executivo de Desenvolvimento Sustentável do Agronegócio na Amazônia Legal – PDSA, com ações de capacitação, promoção e articulação do desenvolvimento sustentável, com fomento aos produtos e serviços regionais, recuperação de áreas desmatadas, ao cooperativismo, novas tecnologias e inclusão de linhas de crédito compatíveis com as necessidades locais. Dentre as linhas de financiamento o Plano Agrícola e Pecuário.¹ (PAP 2007/2008 e PAP 2008/2009) poderia fomentar a recuperação de áreas degradadas através de sistemas sustentáveis (BRASIL, 2009).

Embora com tendência declinante nos últimos anos, o Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal – PPCDA_m, afirma que a pecuária é responsável por cerca de 80% do desmatamento, porém outros fatores importantes que contribuem negativamente para o processo de desflorestamento são a expansão da soja mecanizada, a grilagem de terras públicas, a extração ilegal de madeira, a implantação de assentamentos rurais sem sustentabilidade e as obras de infraestrutura (PPCDA_m, 2004).

¹ O Plano Agrícola e Pecuário tem por função apresentar as diretrizes da política agrícola para cada safra, propondo as orientações, os pontos prioritários e a agenda de trabalho para o período. Enfim, o Plano contém a política pública de incentivos para a safra do país, determinando linhas de crédito rural, recursos disponíveis, formas de apoio à comercialização da produção, seguro rural, investimentos e medidas estruturais e setoriais.

Para tentar resolver todas estas questões - desmatamento, grilagem de terra, madeira ilegal, ocupação desordenada da Amazônia - em fevereiro de 2008 o governo federal deflagrou a Operação Arco de Fogo (OAF), com o objetivo de combate ao desmatamento, transporte e comércio ilegal de madeira e fraudes relacionadas com a extração e a comercialização de madeira. É uma operação da Polícia Federal com a participação do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Secretaria Nacional de Segurança Pública (SENASP), através do emprego da Força Nacional de Segurança.

As ações da operação Arco de fogo estavam previstas para durar um ano, porém as apreensões de madeira ilegal ainda estão ocorrendo no estado do Pará. Contabilizando os resultados, o governo brasileiro comemora um dado histórico: a taxa de desmatamento na Amazônia caiu 45% no período compreendido entre agosto de 2008 e julho de 2009. Esse é o menor índice de desmatamento registrado pelo INPE desde 1988, quando começou o monitoramento na região (BRASIL, 2010).

Para os assentamentos que ocorreram em grande parte da Amazônia está previsto a recuperação do passivo ambiental com base em projeto de futura exploração sustentável da floresta, combinando espécies produtoras de alimentos, madeira, essências e energia (BRASIL, 2009).

Na recuperação das áreas de florestas dos assentamentos serão adotadas os modelos de projetos de Desenvolvimento Sustentável (PDS), Assentamento Florestal (PAF) e Assentamento Agroextrativista (PAE), e nas áreas antropizadas será implantado o Projeto de Transição Ambiental em que o projeto de recuperação ambiental servirá de base para o futuro produtivo do assentamento (BRASIL, 2009).

Ainda em 2009 foi lançado o Programa Arco Verde Terra Legal, uma ação interministerial que concentra atividades em 43 municípios que mais desmatam na Amazônia, para a prevenção e o controle do desmatamento e a grilagem de terra tendo como objetivo regularização fundiária e impulso ao desenvolvimento de modelos de produção sustentável com acesso ao georreferenciamento da área, licenciamento ambiental, assistência técnica, crédito e aos programas do Governo Federal de compra da produção (BRASIL, 2009).

Na reunião realizada no IDEFLOR no âmbito da subcomissão da Câmara Técnica Florestal no dia 02 de fevereiro de 2010, o superintendente do Banco da Amazônia ressaltou alguns limitadores de acesso ao crédito, dentre eles a falta de regulamentação específica para projetos de reflorestamento, falta de pesquisa que subsidiem os projetos, falta de clareza e

objetividade na elaboração dos projetos, indefinição fundiária e dificuldade documental (MARTINS; BRANCO; SOUZA, 2010).

No Plano Safra Florestal do estado do Pará, realizado pelo IDEFLOR e FUNPEA, é feito uma análise de cada programa de crédito no estado do Pará, tais como o FNO – Amazônia Sustentável, FNO – Biodiversidade, PROPFLORA, PRONAF – Floresta, constando de todas as informações necessárias ao produtor florestal e alguns entraves que podem dificultar na aprovação dos créditos (MARTINS; BRANCO; SOUZA, 2010).

No âmbito do governo federal, um dos planos que contempla a expansão da base de florestas plantadas e recuperação de áreas degradadas é o PENSAF (Plano Nacional de Silvicultura com Espécies Nativas e Sistemas Agroflorestais), que faz parte do Programa Nacional de Florestas. O PENSAF estabelece condições básicas para o desenvolvimento da silvicultura com espécies nativas e sistemas agroflorestais que proporcionem diretamente rendimentos financeiros para produtores rurais e resultem em amplos benefícios econômicos, sociais e ambientais.

As políticas públicas do governo do estado do Pará de 2008 são para promover e apoiar a regularização ambiental, controle e monitoramento, educação ambiental, assistência técnica rural, através do Cadastro Ambiental Rural (CAR), do Zoneamento Ecológico e Econômico, da Operação Arco Verde, do Programa Terra Legal, do Programa 1 Bilhão de Árvores, da criação de Arranjos Produtivos Locais (APLs) dentre outros (BANCO DA AMAZÔNIA, 2010; CIMC, 2008).

Porém, as bases para um novo modelo de desenvolvimento sustentável surgem através de seminários, cursos, diagnósticos, estudos setoriais, debates sobre experiências e estudos de caso, sendo que o maior desafio para construção deste modelo é o estabelecimento de uma estratégia de planejamento, com foco territorial, e na indicação dos Arranjos Produtivos Locais (APLs), que melhor se ajustem aos critérios do desenvolvimento capaz de construir uma trajetória de crescimento sustentável, com participação ativa dos atores sociais locais, nas definições de qualquer tipo de investimento a ser realizado em seus municípios (PARÁ, 2010).

Para entendermos melhor os arranjos produtivos é necessário saber seu conceito, o qual, de acordo com Santana et al. (2010), envolve tudo que deriva do processo institucional de produção e difusão tecnológica e do movimento dinâmico que ocorre no seu entorno por conta dos encadeamentos produtivos intra e inter empresas, das transações comerciais via

mercado ou via rede hierárquica, da dinâmica do mercado de trabalho e da ação coletiva e voluntária protagonizada pelos atores em busca da realização de objetivos comuns.

No Pará, bem como no restante da Amazônia, não existem aglomerações produtivas que atendam integralmente ao conceito teórico de arranjos produtivos. Uma concepção mais simplificada de arranjo produtivo, entretanto, pressupõe que “onde houver produção de qualquer bem ou serviço haverá sempre um arranjo em seu entorno, envolvendo atividades e atores relacionados à sua produção e comercialização, assim como à aquisição de matérias-primas, máquinas e demais insumos”. Assim, tal concepção permite trabalhar dentro do conceito de arranjo produtivo. Portanto, as atividades com potencial para se promover convergências em termos de expectativas de desenvolvimento de APL estão nas fases iniciais de organização e desenvolvimento dos APL (fase embrionária e fase de crescimento) (SANTANA et al., 2010).

Com apoio do BNDES (2010) foi feito uma identificação e um mapeamento das atividades com potencial de se transformarem em arranjos produtivos locais através do projeto intitulado como Análise do Mapeamento e das Políticas para Arranjos Produtivos Locais no Norte, Nordeste e Mato Grosso e dos Impactos dos Grandes Projetos Federais no Nordeste, este trabalho é justificado não só pela importância do crescimento econômico, mas também pela geração de empregos, bem estar social, desenvolvimento tecnológico, exportações, sustentabilidade ambiental e atenção que vem recebendo dos órgãos públicos para estas regiões.

Porém, como um arranjo produtivo local pode contemplar várias classes empresariais, esta abrangência de classes permite fazer uma agregação de acordo com as atividades produtivas com maior grau de especialização de cada município com potencialidade para que se desenvolvam e transformem em APLs. Conforme o amadurecimento desses arranjos, há uma tendência a aumentar o grau de interação entre e com os demais arranjos, para configurar a verticalização dessas cadeias produtivas, gerando desenvolvimento local sustentável. (SANTANA et al., 2010).

3.3 CONCEITOS E PRINCÍPIOS SISTÊMICOS

De acordo com Jouve e Tallec (1986) um sistema é tanto um conjunto de elementos organizados como uma estrutura, e resulta das relações que assegurem o seu funcionamento. O estudo deste funcionamento consiste em apreender as interações que se estabelecem entre seus componentes e destes com o seu meio ambiente.

Dessa maneira, um sistema pode ser um organismo, uma população, um conjunto de populações vivendo juntas (frequentemente chamado de comunidade), um ecossistema ou a biosfera inteira da terra.

Um ecossistema significa um sistema ecológico complexo e grande, por vezes incluindo milhares de diferentes tipos de organismo vivendo numa ampla variedade de meios individuais, que ao longo de suas vidas, transformam energia e processam materiais. Ao fazer isso, eles modificam as condições do ambiente e os recursos disponíveis para outros organismos, e contribuem para os fluxos de energia e para o ciclo de elementos no mundo natural. Todos os sistemas e processos ecológicos têm escalas características de tempo e espaço correlacionadas entre si e são governados por princípios gerais físicos, químicos e biológicos, sofrendo mudanças evolutivas através dos tempos (RICKLEFS, 2003).

Segundo Ricklefs (2003), os sistemas permanecem mais ou menos imutáveis, isso implica que os ganhos e perdas são mais ou menos equilibrados, e não podem existir sem a energia recebida do sol. Os ganhos e perdas são as entradas e saídas, que quando se encontram em estado de equilíbrio, são denominados estado estacionário dinâmico. O que o organismo perde para seu entorno, contudo, não é retornado para o ambiente de graça, tem um custo, e o preço de manter um sistema vivo como um estado estacionário dinâmico é a energia.

Wünsch (1995) ressalta que as entradas e saídas materializam as relações do sistema com o ambiente, e estas relações são numerosas e intensas de acordo com o tipo de sistema, mais aberto ou mais fechado.

Um sistema de produção então é um conjunto de elementos inter-relacionados entre si de forma organizada visando cumprir determinados objetivos, de acordo com funções sociais, ecológicas ou econômicas a que se destinam.

O sistema admite uma representação, o *modelo*, reunindo essas propriedades identificadas, cujo contorno estabelece (por exclusão) o meio ambiente e as *entradas/saídas*. O arranjo sistêmico define algumas características aos seus constituintes e estes estabelecem propriedades particulares ao conjunto de relações (o sistema).

O pensamento sistêmico envolve uma mudança da ciência objetiva para a ciência “epistêmica”², para um arcabouço no qual a epistemologia³ – o “método de questionamento” – torna-se parte integral das teorias científicas (CAPRA, 1996).

A visão de Ludwing Von Bertalanffy⁴, citado por Capra (1996), de uma ciência geral de totalidade baseava-se na sua observação de que conceitos e princípios sistêmicos podem ser aplicados em muitos diferentes campos de estudo. Uma vez que os sistemas vivos abarcam uma faixa tão ampla de fenômenos, envolvendo organismos individuais e suas partes, sistemas sociais e ecossistemas, Bertalanffy acreditava que uma teoria geral dos sistemas ofereceria um arcabouço conceitual geral para unificar várias disciplinas científicas que se tornaram isoladas e fragmentadas.

De acordo com Lieber (2001) a abordagem sistêmica tem a pretensão de compreender o mundo empírico sob uma “estrutura teórica sistêmica”, agindo em conformidade com esses pressupostos e com essa compreensão particular. Consequentemente relacionam-se mutuamente a filosofia de sistemas (a forma de pensar), a análise de sistemas (o método ou técnica de análise) e a gerência de sistemas (o estilo de ação).

Como ponto de partida, pode-se tentar isolar os sistemas, subsistemas ou entidades para melhor estudá-las (reducionismo). Mas o analista de sistemas deve estar sempre ciente que as interações podem ser tão ou mais importantes que esses elementos. Ou seja, sob essa abordagem, um sistema não é apenas a soma de suas partes. Tratando-se de condições complexas, cuja complexidade deve ser preservada, compete ao analista, a partir da definição de objetivos e critérios do sistema, estabelecer claramente o que vai ser incluído ou excluído na análise (processo de inclusão); e como vão ser estruturados os atributos (processo de estruturação) (LIEBER, 2001).

3.3.1 Sistema de Produção de Reflorestamento Comercial no Estado do Pará

O reflorestamento comercial na Amazônia brasileira, com exceção do reflorestamento da Empresa Jari Celulose, é uma atividade econômica recente, tendo começado com grande impulso na última década do século XX e vem se expandindo por pressão dos órgãos

² Relativo ao conhecimento

³ Epistemologia ou teoria do conhecimento (do grego “episteme” - ciência, conhecimento; “logos” - discurso), é um ramo da filosofia que trata dos problemas filosóficos relacionados à crença e ao conhecimento. A teoria de Platão abrange o conhecimento teórico, o saber que. Tal tipo de conhecimento é o conjunto de todas aquelas informações que descrevem e explicam o mundo natural e social que nos rodeia. Este conhecimento consiste em descrever, explicar e prever uma realidade, isto é, analisar o que ocorre e determinar por que ocorre dessa forma e utilizar estes conhecimentos para antecipar uma realidade futura.

⁴ BERTALANFFY, L.V. *General System Theory*. Braziller, New York, 1968.

ambientais, da sociedade e pela precisão das indústrias do setor madeireiro e da siderurgia (para uso de madeira de reflorestamento para fins energéticos) para suprir suas necessidades pela reposição florestal ou mesmo visando diminuir a exploração da floresta natural.

Porém, segundo o Instituto Nacional de Eficiência Energética – INEE (2008), entre 1998 e 2006, a produção brasileira de ferro-gusa com carvão vegetal saltou de 6,5 milhões para 11,3 milhões de toneladas sem que houvesse expansão significativa de florestas plantadas para essa finalidade. Assim, cerca de 50% do carvão vegetal usado na fabricação de ferro-gusa é originário de florestas nativas. Isto explicaria parte do desmatamento crônico na floresta amazônica. Dessa maneira o reflorestamento tem sido apontado como a forma mais indicada para suprir as necessidades de matéria prima para essas indústrias.

Em se tratando de reflorestamento com espécies nativas, existem iniciativas de plantio de mogno, ipê e jatobá, porém a espécie de maior destaque é o paricá, pelas suas características de rápido crescimento, qualidade da madeira para a fabricação de compensado, capacidade de se adaptar às diversas condições edafoclimáticas, bem como do seu valor econômico, além de ser cultivada, também, em áreas degradadas da região Amazônica (ROSA, 2006).

O paricá é uma espécie florestal de ampla distribuição, ocorrendo naturalmente na Amazônia Brasileira, no Peru, Bolívia, Colômbia, Venezuela, em mata primária e mata secundária de terra firme e várzea alta. A espécie é de rápido crescimento e de fácil adaptabilidade tanto em monocultivo como em consórcios florestais e agroflorestais. A madeira é considerada leve, de coloração branca, macia, de fácil trabalhabilidade apresentando uma vasta utilização (CARVALHO, 2007).

O tempo de vida dessa espécie pode variar entre 20 e 40 anos (VENTURIERI, 1999), possui capacidade de resistir aos impactos da exploração madeireira por possuir estratégias favoráveis de regeneração citadas por Rosa (2006), tais como dispersão abundante de sementes e via anemocórica, alto poder germinativo, tolerância à alta intensidade de radiação solar, boa capacidade de rebrota e de regeneração natural.

No estado do Pará, o paricá tem sido considerado pelas empresas, uma espécie bastante promissora, com isso, a expansão do de seu plantio está acontecendo de forma muito rápida, corajosa e inovadora por parte de algumas empresas e agricultores, como tentativa de se buscar novas maneiras de produção florestal (OHASHI, 2005).

A produção nacional de madeira em toras de florestas naturais alcançou 17,37 milhões de m³ e o estado do Para foi responsável por 57,2% desse total, índice preocupante, que

reforça a necessidade de iniciativas públicas ou privadas com respeito ao reflorestamento com espécies nativas, sendo que estes recuperam áreas degradadas e ainda ocasionam benefícios socioambientais, diminuindo a pressão e o desflorestamento em florestas nativas e possibilitando que haja atendimento a uma demanda crescente de produtos madeireiros que se encontra em escassez progressiva, incluindo o consumo de madeira para energia (ROSA, 2006).

3.3.2 Sistema de Produção Agroflorestal no Estado do Pará

A agricultura brasileira vem experimentando mudanças ao longo do tempo, nos métodos de produção e na produtividade, para se enquadrar na constante evolução do mercado. No final da década de 1970, os modelos de monocultura apresentavam instabilidade na produção e preços, devido aos riscos relativos ao mercado, problemas fitossanitários e quebra de safra (VARELA; SANTANA, 2009).

Na tentativa de superar esses problemas, os produtores buscam o estabelecimento de um modelo de produção sustentável do ponto de vista ambiental, econômico e social, e já se observa, em várias regiões, o início da gradativa substituição da prática do monocultivo tradicional por um modelo de produção que combina, de forma organizada, dois ou mais cultivos e animais de pequeno, médio ou grande porte, ao mesmo tempo e em uma mesma área. Esse processo de mudança de práticas agrícolas segundo Varela e Santana (2009), ocorreu em várias regiões do país a partir dos anos 1970, notadamente na Bahia (Una), no Acre, Amazonas, Rondônia (Ouro Preto), no Pará (Monte Alegre, Acará e principalmente em Tomé-Açu) e em outras localidades da Amazônia.

Dentre os sistemas de produção sustentáveis existentes, os SAFs quando corretamente desenhados e manejados, são indicados para diminuir a pressão sobre as florestas e mitigar a pobreza, de forma sustentável, nas propriedades rurais (ARCO-VERDE, 2008).

Para Bene et al. (1977), o sistema agroflorestal é uma modalidade viável de uso da terra, segundo o princípio de rendimento sustentado, que permite aumentar a produção total e combinar, simultaneamente ou de uma maneira escalonada, cultivos agrícolas com florestas e, ou, com criações, aplicando as práticas de manejo compatíveis com os padrões culturais da população local.

Segundo o ICRAF - *International Council of Research Agroforestry* (1983), os sistemas agroflorestais são práticas de uso e manejo dos recursos naturais nos quais espécies lenhosas, arbustivas e herbáceas são utilizadas em associação deliberada com culturas

agrícolas e/ou com animais na mesma área, de maneira simultânea, ou em sequência temporal, com interações ecológicas e/ou econômicas significativas entre os componentes.

De acordo com PENSAF – Plano Nacional de Silvicultura com Espécies Nativas e Sistemas Agroflorestais (2006) os sistemas agroflorestais constituem-se em modalidade de sistema produtivo que contempla o plantio combinado de árvores e culturas agrícolas com ou sem a presença de animais em uma mesma área sob bases sustentáveis.

Essas combinações podem apresentar caráter temporário ou permanente (COMBE; BUDOWSKI, 1979; NAIR, 1989; MACDICKEN; VERGARA, 1990; COMBE, 1982; MONTAGNINI, 1992; MACEDO et al., 2000).

Os SAF têm como finalidade principal a otimização da produção por unidade de área, tendo sempre em vista o princípio do rendimento contínuo, normalmente por meio da conservação/manutenção do potencial produtivo dos recursos naturais renováveis, ou seja, dos solos, recursos hídricos, fauna e das florestas nativas (MACEDO, 2000).

O SAF possibilita ampliar o período de produção agrícola dentro de áreas já desflorestadas, reduzindo a necessidade de desflorestar novas áreas; contribui para a melhoria da qualidade de vida dos agricultores, especialmente com o uso de sistemas orientados para os mercados e; favorece a conscientização dos agricultores sobre a importância de conservar os recursos florestais (SMITH et al., 1998).

No Pará a concepção de SAF está muito bem internalizada entre os agricultores japoneses de Tomé-Açu, não só pela diversificação de combinações de espécies que evidenciam, mas, sobretudo, pela criteriosa escolha dos elementos que compõem o modelo.

Essa profusão de culturas e combinações propiciou a proliferação de dezenas de SAF no município de Tomé-Açu e ao seu redor, realçando a importância do contínuo desenvolvimento de novas alternativas econômicas cuja permanência depende de eventos como pragas e doenças (HOMMA, 2004), e fatores diversos associados ao mercado tais como oportunidades e potencialidades, política de crédito, potencial natural do solo e potencial cultural (MENDES, 2003).

A mudança ocorrida do sistema de monocultura da pimenta-do-reino para sistemas heterogêneos, com destaque para a fruticultura, se dá no final dos anos 80 e durante a década de 90 (MENDES, 2003). Tal característica, segundo este autor (*ibidem*), acrescida da condição de migrantes sensíveis ao associativismo, faz com que a maioria dos produtores (72,7%) transacione seus produtos com a Cooperativa Mista de Tomé-Açu (CAMTA) a qual estão vinculados.

A justificativa dada pelos agricultores, relatada por Mendes (2003), para o uso dos SAFs é que estes sistemas são fundamentais na gestão da propriedade, são viáveis economicamente, possuem baixa incidência de pragas, promissores para novos adotantes, necessários à conservação ambiental e, fundamentais do ponto de vista da paisagem agrícola.

Entre os SAFs atualmente em uso no município de Tomé-Açu, constatou-se que aqueles que têm o cacaueiro como o cultivo principal, consorciados com açaí e Paricá, proporcionam desempenho financeiro melhor que os demais, são os mais aceitos e reproduzíveis (MENDES, 2003).

Vale ressaltar que muitas questões de cunho econômico dos SAFs ainda continuam dependentes de informação, pesquisa e estudos para a consecução de respostas científicas consistentes, tanto na esfera da produção, quanto no que diz respeito ao risco do empreendimento (YAMADA, 1999). Preocupadas com esse problema, instituições de pesquisa vêm desenvolvendo estudos que têm a finalidade de elucidar a influência da produção e dos riscos na alocação de recursos pelos agricultores (CRUZ, 1984), particularmente na área dos SAFs.

Segundo Arco-Verde (2008) é importante ampliar os estudos sobre aspectos financeiros, sociais e ambientais como forma de aumentar a aceitabilidade dos sistemas agroflorestais (SAFs) pelos produtores.

Algumas questões econômicas preocupam os pesquisadores e produtores na decisão sobre a adoção dos SAFs em relação aos sistemas tradicionais: a) os fatores determinantes da produção; b) as fontes de risco desses sistemas, a escala espacial e de tempo da produção; e c) o monitoramento da sustentabilidade desse sistema não só através de indicadores ambientais e de sustentabilidade econômica e social, mas também o papel relevante que esse tipo de sistema desempenha no “sequestro” de carbono (EMBRAPA, 2000).

Porém os SAFs possibilitam ampliar o período de produção agrícola dentro de áreas já desflorestadas, reduzindo a necessidade de desflorestar novas áreas; contribui para a melhoria da qualidade de vida dos agricultores, especialmente com o uso de sistemas orientados para os mercados e; favorece a conscientização dos agricultores sobre a importância de conservar os recursos florestais (SMITH et al., 1998).

3.4 SUSTENTABILIDADE

A crise ambiental da década de 70 foi o ponto de partida para se debater sobre sustentabilidade, quando políticos e cientistas perceberam que as estratégias de desenvolvimento econômico baseada apenas no crescimento econômico apresentavam muitas limitações, e, os recursos naturais não eram infinitos como se pensava.

O conceito de desenvolvimento sustentável emergiu nos anos 1980 da necessidade de conciliar a ideologia capitalista neoclássica com a crescente constatação dos limites ambientais do planeta, e do aumento da pobreza e da concentração de renda. O desenvolvimento sustentável surge como alternativa viável, que permite manter os objetivos capitalistas de aumento de riqueza e lucros, incorporando as questões sociais e ambientais ao modelo econômico de desenvolvimento (VAN BELLEN, 2005).

Segundo Thibau (2000) o conceito de sociedade autossustentável fornece uma opção para integração de políticas ambientais com as estratégias de desenvolvimento. O desenvolvimento sustentável procura atender as necessidades e aspirações do presente sem comprometer a possibilidade de atendê-las no futuro.

Com isso, nos anos 1990, os modelos econômicos passam a ser questionados devido à preocupação com o uso sustentável dos recursos naturais. Consequentemente, surge a grande questão de como medir essa sustentabilidade dos agroecossistemas e para tanto, novas ferramentas começam a aparecer para mensurar e dimensionar o desenvolvimento sustentável visando subsidiar a sociedade na elaboração e implementação de ações públicas para a sustentabilidade, baseadas não mais apenas em desenvolvimento econômico e sim considerando também os aspectos socioculturais e ambientais.

A sustentabilidade é decorrente das interações interespecíficas, manejadas pelo produtor conforme seus recursos financeiros, podendo considerar que os sistemas agroflorestais apresentam-se como uma alternativa de grande importância para tornar os sistemas de produção florestal, agrícola e animal sustentáveis (MACEDO; VALE; VENTURIN, 2010).

De acordo com Tsukamoto Filho (1999) e Macedo et al. (2000) a sustentabilidade é inerente aos sistemas agroflorestais, por estarem alicerçados nos princípios ecológicos, econômicos e sociais.

Para plantações florestais a sustentabilidade da produção depende da interação de diversas variáveis, que incluem: a capacidade ecológica do sítio; a intensidade do manejo; os

impactos no solo e na água e outros benefícios ambientais, econômicos e sociais (FERREIRA; SILVA, 2008).

Desde a implantação de um sistema de produção florestal já pode ser percebido alguns benefícios diretos ou indiretos, como proteção do solo, produção e regulação das águas, abrigo e alimentação de fauna e captura de CO₂, dentre vários outros serviços que são de difícil quantificação e, na maioria das vezes, o proprietário não é remunerado por eles (SILVA et al; 2002).

É imprescindível a utilização plena dos produtos e serviços oriundos das florestas, para poder corresponder às aspirações mundiais de sustentabilidade e preservação das florestas, através da análise das perspectivas de mercado, pois de uma forma geral, podem estabelecer-se parâmetros para estas vertentes mercadológicas (ZANETTI, 2006).

Na AGENDA 21 é proposto que “os países no plano nacional e as organizações governamentais e não governamentais, no plano internacional, devem desenvolver o conceito de indicadores de desenvolvimento sustentável a fim de identificar estes indicadores”. Muitas investigações conduzidas por instituições governamentais e não governamentais de diversos países começaram a propor critérios, buscando operacionalizar o conceito e definir indicadores que permitam a avaliação da sustentabilidade de sistemas em várias escalas de agregação, que vão desde unidades de produção até escalas globais.

Moura (2002) afirma que as noções de tempo, escala de análise e de importância de cada uma das dimensões da sustentabilidade empregadas podem levar a propostas com conteúdos e resultados totalmente diferentes, mas sempre em nome de modelos de desenvolvimento mais sustentáveis na perspectiva de quem o propõe.

Portanto, Marzall e Almeida (1999) constataram que a sustentabilidade é devido a um conjunto de fatores econômicos, sociais e ambientais, portanto o uso em conjunto destes indicadores é indispensável ao se avaliar a sustentabilidade.

3.4.1 Indicadores de sustentabilidade

O indicador é um parâmetro, ou valor derivado de parâmetros, que aponta ou fornece informação sobre o estado do fenômeno, meio ou área com uma significância estendida maior que a obtida diretamente pela observação das propriedades (WETERINGS, 1994).

Normalmente para fazer inferência sobre sustentabilidade, são utilizados indicadores de sustentabilidade que consideram os indicadores econômicos, sociais e ambientais, podendo ser qualitativos e/ou quantitativos, desde que sejam simples de usar, fáceis de serem

entendidos e úteis como ferramenta de gestão. Podem ser usados isoladamente ou combinados entre si, desde que reflitam sobre as determinadas condições do sistema em análise.

De acordo com Ruitenbeek e Cartier (1998) observaram um esforço fenomenal para o desenvolvimento dos critérios de indicadores de sustentabilidade, que se aplicam em muitas áreas do desenvolvimento sustentável, porém fica muitas vezes difícil definir quais os melhores indicadores a serem adotados. O que se sabe realmente em relação aos indicadores é que um único indicador não deve ser usado como ferramenta para um diagnóstico, pois ele sozinho não captura a complexidade do sistema, e não tem capacidade para controlar as alterações dinâmicas no mesmo.

Para obtenção de um indicador de sustentabilidade se deve selecionar a natureza dos itens que serão avaliados, pois vai determinar ou não a especificidade do indicador. Deve ser feita a avaliação das relações empíricas entre as variáveis e a combinação destes itens. Não pode haver duplicidade de itens dentro de duas variáveis para que não haja superestimação, e por fim a busca da validação do indicador.

Um bom indicador alerta sobre um problema antes que o mesmo torne-se muito grave e indica o que precisa ser feito para resolvê-lo. Nas comunidades em situações de crise (sejam sociais, econômicas ou ambientais), os indicadores ajudam a apontar um caminho para a solução desses fenômenos e assim para um futuro melhor (SATO, 2009).

3.4.1.1 Indicadores econômicos

Entende-se por sustentabilidade econômica aquela que preserva o capital e mantém a sua rentabilidade independente das limitações do sistema, porém não se pode ter sustentabilidade econômica sem sustentabilidade ambiental.

A análise econômica de empreendimentos rurais envolve o uso de técnicas e critérios de análise que comparam os custos e as receitas visando decidir se um determinado projeto ou empreendimento é viável ou não.

Existem várias abordagens econômicas que tratam de questões ambientais e que avaliam a sustentabilidade dos agroecossistemas. A economia objetiva contribuir na tomada de decisões em ambientes de muitas alternativas de recursos escassos.

Buarque (1984) diz que os dois melhores instrumentos para determinar o mérito privado de um projeto de investimento são a taxa interna de retorno e o valor atual líquido, ambos baseados no conceito de atualização.

De acordo com Lima Junior (1995), projetos florestais são considerados de longo prazo e, portanto mais suscetíveis a riscos referentes tanto aos aspectos produtivos quanto a própria estabilidade econômica do país. Para investimentos florestais a grande dificuldade é de se determinar a taxa de desconto a ser utilizada, uma vez que ela não pode ser padronizada. A taxa de juros deve variar de acordo com as características do projeto, da empresa, da conjuntura econômica, entre outros fatores.

Segundo Ruitenbeek e Cartier (1998) os indicadores econômicos que consideram a renda e o fluxo de caixa, ao longo do tempo, a partir de uma determinada atividade, e que indicam o retorno da atividade econômica são: valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR) e relação benefício custo (RB/C.).

O fluxo de caixa reflete as entradas e as saídas dos recursos (insumos) e produtos ao longo do período de tempo do ciclo de vida do sistema de produção. Assim, para análise dos sistemas obtém-se a receita líquida através da subtração entre as entradas (receitas) e as saídas (custos) (SANTANA, 2005).

O VPL representa o valor atual dos benefícios gerados por um investimento. Além de seu valor positivo representar que é economicamente viável, quanto maior for esse valor, melhor o potencial do empreendimento, refletindo o custo de oportunidade de longo prazo da atividade, portanto servindo como indicador econômico de comparação (SANTANA, 2005; SILVA et al., 2002; MENDES, 1999).

Segundo Rezende e Oliveira (2008), a TIR é a taxa de retorno que iguala o valor atual das receitas futuras ao valor atual dos custos futuros do projeto, constituindo uma medida relativa que reflete o aumento no valor do investimento ao longo do tempo, com base nos recursos requeridos para produzir o fluxo de receitas.

A relação de benefício/custo consiste em relacionar o valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos, a uma determinada taxa de juros ou descontos. Sendo assim, um projeto é considerado economicamente viável se a relação for maior do que um. Quando se compara dois ou mais projetos, o mais viável é aquele que apresentar o maior valor de razão B/C (REZENDE; OLIVEIRA, 2008; SANTANA, 2005).

A análise de sensibilidade é bastante utilizada para verificar o efeito que uma variação de um dado de entrada pode ocasionar no resultado da variável resposta, refletindo o aumento ou diminuição das receitas ou das despesas.

Esta variação dá-se em função dos riscos e das incertezas a que estão submetidas a produção, armazenagem e a comercialização rural. A variação da renda anual do produtor é

uma consequência da variação dos preços e da produtividade, enquanto a variação do custo de produção depende de fatores tecnológicos e ambientais (DOSSA et al., 2000).

Quando uma pequena variação num parâmetro altera drasticamente a rentabilidade de um projeto, diz-se que o projeto é muito sensível a este parâmetro e poderá ser interessante concentrar esforços que amenizem os riscos e incertezas (CASSAROTTO FILHO; KOPITKE, 2000).

3.4.1.2 Indicadores sociais

Um indicador social é uma medida utilizada para traduzir um dado qualitativo em quantitativo, ficando mais fácil de visualizar um conceito social abstrato e informar algo sobre determinado aspecto da realidade social para fins de pesquisa, monitoramento e avaliação de programas e políticas públicas.

Quando se fala sobre sustentabilidade relaciona-se com produção de alimentos, geração de renda e conservação do meio ambiente apontando, inevitavelmente, para a agricultura e suas condições de produção, ou para o tema da sustentabilidade da agricultura como eixo dialógico básico de onde partem as demais preocupações relacionadas com a sustentabilidade do nosso modo de vida e de produção (LOPES, 2001).

Lopes e Almeida (2003) sugerem que se desenvolvam metodologias que sejam capazes de, na interlocução com a sociedade, levantar as variáveis mais importantes em cada local e em um contexto regional, que tenham relações com aspectos importantes da realidade a ser estudada e possam sinalizar estados e mudanças ocorridas nos mesmos.

O cálculo da geração de emprego, direto e indireto, mostra que as vantagens econômicas são compatíveis com as vantagens sociais e são incorporadas para determinar os benefícios para a sociedade em termos de empregos gerados.

Sachs (2004) considera importante aproveitar da melhor forma possível o multiplicador de empregos indiretos, criados à montante e a jusante das grandes indústrias e nas empresas fornecedoras de insumos e serviços e através da demanda por bens e serviços.

Thibau (2000) coloca que um aspecto fundamental para fixação da mão-de-obra é dar ocupação permanente, isto é, ter trabalho durante todo o ano. E para atender esta condição, somente empreendimentos que tenham sustentabilidade desde os processos de planejamento até a colheita, sabendo aproveitar o bosque residual e utilizando consórcios ou sistemas agroflorestais para poder oferecer trabalho durante todo o ano, que têm o intuito de melhorar a geração de emprego e renda da região.

3.4.1.3 Indicadores ambientais

Quando se vai avaliar um sistema que envolve funções tais como manutenção da fertilidade do solo, proteção e regulação do clima local e de bacias hidrográficas, seqüestro de carbono e manutenção da biodiversidade, é necessário que se faça a utilização de outros indicadores que não sejam somente econômicos, pois o sistema se torna tão mais complexo, necessitando de indicadores ambientais e sociais para se complementarem na avaliação (RUITENBEEK; CARTIER, 1998).

Atualmente as análises de sustentabilidade ambiental vêm contando com uma ferramenta de avaliação dos sistemas conhecida como análise emergética (COMAR, 1998; KAMIYA; ORTEGA, 2007; AGOSTINHO, 2005; 2009).

A análise emergética surgiu da análise energética dos sistemas naturais, usando como base a termodinâmica. Resolvendo o desafio de medir toda energia proveniente da natureza para produzir os recursos em termos de energia solar equivalente. A metodologia emergética tem avançado e pode enfrentar o desafio de medir a energia do trabalho humano e das contribuições dos recursos naturais (AGOSTINHO, 2005).

O índice de sustentabilidade emergética foi proposto por Brown e Ulgiati (2004) com base na teoria emergética de Odum (1983), onde a emergia é definida como toda a energia externa e interna, renovável ou não, que a biosfera utiliza para produzir um recurso, seja natural ou antrópico, sendo dessa forma considerada a energia incorporada ao processo de obtenção do recurso.

Segundo Odum (1996), a definição de emergia de forma mais simplificada, é a energia solar requerida direta ou indiretamente para se produzir um serviço ou produto.

A análise emergética é uma ferramenta que possibilita a avaliação do desempenho energético de todos os tipos de sistemas. Na análise emergética, a energia provinda da natureza e da economia é considerada em um denominador comum, que é sua energia solar equivalente (ODUM, 1996).

De acordo com Albuquerque (2006) a metodologia emergética estima valores das energias naturais incorporadas aos produtos, processos e serviços, geralmente não contabilizados na economia clássica, como o trabalho da natureza e o trabalho antrópico.

A aplicação dessa metodologia emergética implica uma visão sistêmica, requerendo, primeiramente, o conhecimento dos principais componentes do sistema estudado, ou seja, as entradas e saídas (AMBROSIO et al., 2005).

Com isso, a primeira etapa para a aplicação da análise emergética é conhecer detalhadamente o sistema em estudo. Para auxiliar nessa tarefa, Odum (1996) desenvolveu símbolos com diferentes significados a serem utilizados na elaboração de diagramas sistêmicos; para depois construir uma tabela de avaliação de emergia e finalmente obter os índices emergéticos a partir dos indicadores agregados. Inicialmente, essa tarefa pode parecer fácil, mas quando mal realizada, os resultados não representam com fidelidade a realidade.

Na análise emergética consideram-se todas as contribuições da natureza (chuva, água de poços, nascentes, solo, sedimentos, biodiversidade) e os fornecimentos da economia (materiais, insumos, maquinaria, combustível, serviços, pagamentos em moeda, etc.) em termos de energia solar agregada (emergia) (ALBUQUERQUE, 2006).

As energias devem ser somadas e para isso cada uma delas é convertida para uma mesma unidade que é a energia solar (sej/J), usa-se então o fator denominado de transformidade. A transformidade é a emergia total utilizada pelo sistema, dividida pela energia contida nos produtos. É uma medida de eficiência e quanto maior seu valor, menor a eficiência do sistema. Como forma de se avaliar os resultados calcula-se os índices emergéticos a partir dos resultados da tabela de avaliação de fluxos de emergia, os quais serão utilizados para fazer as inferências da análise emergética (ORTEGA, 2002).

Através dos indicadores da metodologia emergética pode-se interpretar a dependência ou não de um sistema quanto aos recursos da economia e da natureza, podendo assim, promover um diagnóstico de quais sistemas ou processos são mais sustentáveis do ponto de vista ambiental (ODUM, 1996).

Na análise emergética o conceito de sustentabilidade está atrelado à maximização do rendimento e a minimização da carga ambiental, ou seja, o máximo de aproveitamento do investimento com um mínimo de estresse dos recursos locais. Sistemas com valores maiores que um indica produtos e processos que dão contribuições sustentáveis para a economia. Sustentabilidade em médio prazo pode ser caracterizada por um SI entre um e cinco, enquanto produtos e processos com sustentabilidade em longo prazo têm SI maiores (GIANNETTI et al., 2006).

O percentual de energia renovável é a parcela de emergia total processada de um determinado sistema que provém de fontes de recursos renováveis. A transformidade é também um indicador e mede a eficiência do processo. Mais eficiente será o sistema no qual menos emergia é necessária para produzir uma determinada quantidade de produto (NEIS et al., 2007).

Estes índices avaliam a sustentabilidade do sistema, verificando qual a dependência de recursos naturais renováveis e não renováveis, como insumos e serviços da economia, podendo analisar a sobrevivência do sistema a curto, médio e longo prazo, garantindo maior sustentabilidade (AGOSTINHO, 2005).

Ortega et al. (2005) sugere que sejam feitas comparações dos agroecossistemas com os sistemas naturais, pois quanto mais próximo o agroecossistema for do sistema natural mais sustentável ele será. O ecossistema não depende de insumos comerciais, realizam ciclagem de nutrientes e de águas, manutenção e grande biodiversidade, onde as entradas e saídas tendem a se equilibrar.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

Os sistemas de produção estudados estão localizados nos municípios de Paragominas e Tomé-Açu, no estado do Pará. No município de Paragominas o sistema de produção é o reflorestamento monoespecífico com espécie nativa que atende o setor industrial do município. Em Tomé-Açu o sistema de produção é o sistema agroflorestal que atende a Cooperativa de Produtores do local. A seguir estão descritas o histórico e caracterização socioeconômica e ambiental destes municípios.

4.1.1 Município de Paragominas, PA

O município de Paragominas pertence a mesorregião sudeste paraense, ocupa uma área de aproximadamente 19.331 km², possui uma altitude de 90 m, e está localizado no ponto de latitude 02°59'45" Sul e no ponto de longitude 47°21'10" Oeste de Greenwich (FIGURA1). Paragominas faz fronteira ao Norte com Ipixuna do Pará e Nova Esperança do Piriá, a Leste com o estado do Maranhão, ao Sul com Dom Eliseu, Ulianópolis e Goianésia do Pará, e a Oeste com Ipixuna do Pará.

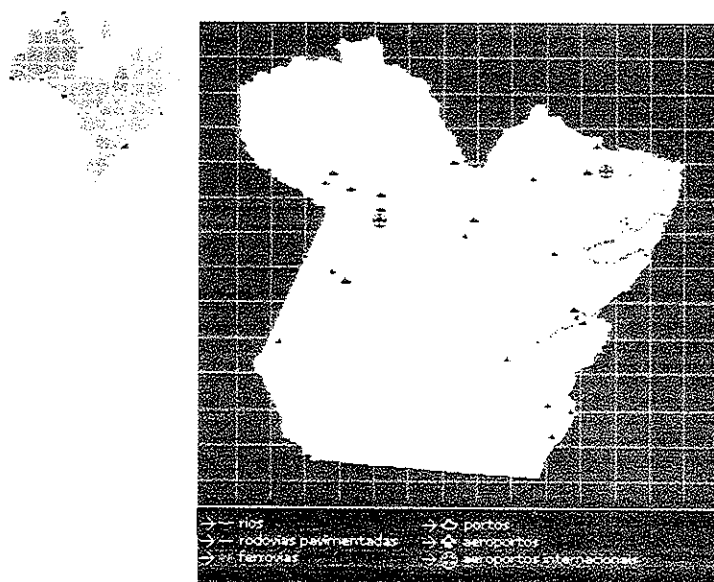


FIGURA 1. Localização do município de Paragominas, no estado do Pará.
Fonte: adaptado de IBGE (2009).

4.1.1.1 Histórico do município

O processo de ocupação da área, que mais tarde daria origem ao município de Paragominas, está relacionado à ocupação do estado do Pará, na década de 50, a partir da abertura de rodovias e projetos de colonização (SEPOF, 2008), sendo efetivada com a presença de camponeses, que foram os pioneiros na região, antes da construção da rodovia Belém-Brasília, seguidos pelas primeiras companhias colonizadoras que não obtiveram êxito (SEPOF, 2008).

Registra-se também, que antes mesmo da chegada dos camponeses, com autorização do Governo do Estado, especuladores de Goiás haviam penetrado na floresta, ao longo do rio Capim, com o objetivo de efetuar levantamentos e titular terras para compradores de Uberaba e Itumbiara, Minas Gerais. Muitos colonizadores, na sua maioria imigrante, fixaram-se na área, de onde nasceu um povoado, que foi sendo estruturado, e que devido a sua progressiva expansão, teve sua emancipação política administrativa pleiteada pelos moradores (SEPOF, 2008).

O uso da terra por diferentes atividades, dentre elas a agricultura, a pecuária e a atividade madeireira iniciou-se em épocas diferentes no município e causaram impactos econômicos, sociais e ecológicos de grandezas e intensidades diferenciadas (ALMEIDA; UHL, 1996). A primeira dessas atividades a chegar ao município foi à agricultura de corte e queima.

A pecuária chegou ao município de Paragominas na década de 60, a partir da abertura da rodovia Belém-Brasília, com o desmatamento de grandes áreas de mata para implantação de fazendas de gado (SERRÃO; FALESI, 1977). Na década de 70, quando a pecuária era a principal atividade econômica, havia somente uma serraria; na década de 90, entretanto já haviam 137 serrarias instaladas no município, sendo que a maioria das serrarias extraía madeira das áreas de pecuaristas (VERÍSSIMO et al., 1996).

Devido aos processos de ocupação e transformação ambiental, o município foi considerado um dos de maior desmatamento no estado. Após reduzir o ritmo de desmatamento em quase 90%, Paragominas deixou a chamada lista negra do desmatamento, iniciando uma nova etapa, agora que está fazendo parte do Projeto Município Verde implantado com o objetivo de regular a ocupação desordenada no uso de áreas de floresta pelas atividades agropecuárias (TNC, 2010).

Atualmente, o município tem 82 movelarias e todas deverão se integrar ao Projeto Pólo Moveleiro no condomínio industrial, devendo verticalizar a produção e com isso agregar

valor para a madeira, gerando emprego e renda no município (www.paragominas.pa.gov.br; 2009).

Para continuar sendo denominado de Município Verde, há a necessidade de recuperar o seu passivo ambiental e para isso o município deverá reflorestar as áreas de reserva legal e áreas de preservação permanente, além de produzir madeira para atender as grandes indústrias de base florestal que existem na região.

4.1.1.2 Aspectos socioeconômicos

Segundo os dados estatísticos de 2009, a estimativa populacional do município é de 97.350 habitantes, perfazendo uma densidade demográfica de 4,58 habitantes por km² (IBGE, 2009).

O município tem um PIB no valor de R\$ 680.521,00 e a renda per capita é de R\$7.493,00 (IDESP, 2007). Em 2009 subiu para o 9º colocado no ranking de evolução econômica do estado do Pará (PREFEITURA DE PARAGOMINAS, 2009).

Os setores que contribuem para a ocupação do município neste ranking são o setor de agropecuária, que representa aproximadamente 24%, e o setor de serviços e indústrias, que representam 53% e 23% respectivamente do PIB no município. O setor agropecuário contribui com um valor de R\$ 103.903,00, sendo o 4º colocado do estado do Pará (SEPOF, 2007).

A agricultura local é baseada nas culturas de: arroz, feijão, milho, mandioca, abacaxi, soja (em grão), banana, borracha (látex), cacau, coco da Bahia, laranja, maracujá, pimenta-do-reino, urucum (semente), castanha de caju, mamão, tangerina e café. A pecuária é movida por animais de pequeno porte (frangos, suínos, ovinos e caprinos) e animais de grande porte (bovinos, bubalinos, eqüinos, asininos e muares) (SEPOF, 2008).

Outras atividades econômicas são o extrativismo vegetal de produtos madeireiros (carvão vegetal, lenha e madeira em tora) e o extrativismo mineral através da bauxita (SEPOF, 2008).

4.1.1.3 Características físicas e biológicas

O clima é quente e úmido, do tipo Awi da classificação de Köppen, com temperatura média anual máxima de 33° C apresentando flutuação mensal entre 30 e 34° C e a mínima anual é 22° C com flutuação mensal entre 21 e 23° C. A precipitação pluviométrica média anual é de 1742,9 mm e a umidade relativa do ar de 81%. A distribuição das chuvas define-se em quatro períodos: chuvoso (entre fevereiro e maio); estiagem (em junho); seco (entre julho e novembro) e de transição (entre dezembro e janeiro) (BASTOS et al., s/d).

O município possui uma topografia onde os níveis altimétricos apresentam pouca variação. O relevo apresenta tabuleiros relativamente elevados e aplainados, baixos tabuleiros, terraços e várzea. Existem vários rios importantes no município como o rio Capim, que serve de limite entre Paragominas e São Domingos do Capim, o rio Gurupi, que separa o Pará do Maranhão, o rio Surubiju que limita o município com Rondon do Pará e o rio Uraiam, que banha a sede do município a noroeste (SEPOF, 2008).

O solo predominante no município é o Latossolo Amarelo distrófico, textura média; de modo geral há níveis baixos de pH e fertilidade limitada (SEPOF, 2008).

A vegetação originária do município era representada pela Floresta Densa da sub-região dos Altos Platôs do Pará-Maranhão, pela Floresta Densa de Planície Aluvial e dos Ferraços. Entretanto, os constantes desmatamentos provocados pelo avanço da agropecuária na região reduziram, drasticamente, as grandes áreas cobertas pela floresta original, dominadas hoje, por extensas áreas de mata secundária (capoeira nos seus diversos estágios de desenvolvimento) (SEPOF, 2008).

4.1.2 Município de Tomé-Açu, PA.

O município de Tomé-Açu pertence à mesorregião nordeste paraense e ocupa aproximadamente 5.145 km², tendo uma altitude de 45 m. A sede municipal está localizada nas seguintes coordenadas geográficas: 02° 25' 00" de latitude Sul e 48° 09' 09" de Longitude a Oeste de Greenwich. Tomé-açu faz fronteira ao Norte com Acará e Concórdia do Pará, ao Sul com Ipixuna, a leste com Tailândia e Acará e a oeste com Ipixuna e Aurora do Pará (FIGURA 2).

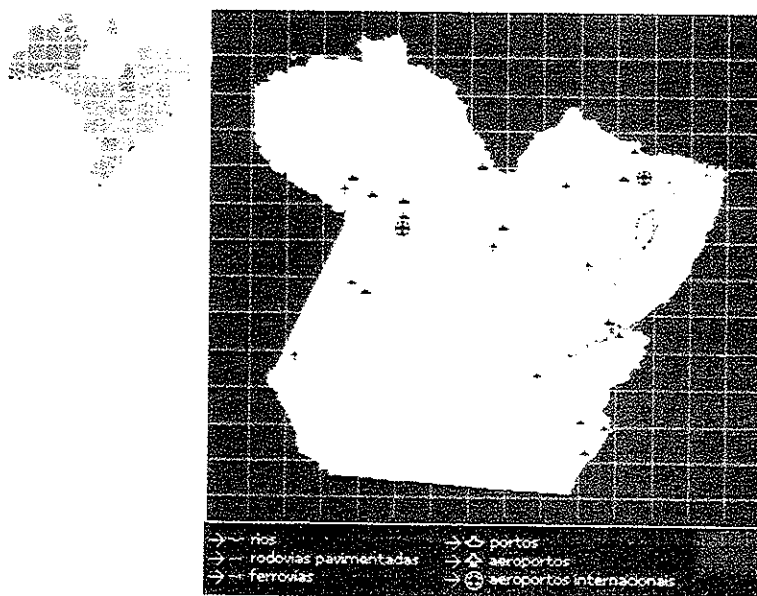


Figura 2. Localização do município de Tomé-Açu, no estado do Pará.

Fonte: adaptado de IBGE (2009).

4.1.2.1 Histórico do município

O histórico do município coincide com o histórico da imigração japonesa na região devido a importância dos mesmos no desenvolvimento da cidade.

Os japoneses chegaram na Amazônia no final dos anos 20, incluindo um contingente de “tokunos⁵”, equipados com suas técnicas e habilidades na agricultura intensiva de pequena escala, com experiência em plantios consorciados, mas foram contidos pelas doenças tropicais que os enfraqueceram em sua jornada sacrificando muitos ao longo do tempo (YAMADA, 1999).

Em 1926, um grupo de japoneses veio para a Amazônia com a missão de localizar áreas nas quais pudessem ser instaladas colônias agrícolas e, a partir delas, dinamizar a economia através do desenvolvimento de culturas, assim como de práticas modernas de cultivos. Após três anos, em 1929, chegaram os primeiros colonos japoneses, distribuídos em 43 famílias, num total de 189 pessoas que se instalaram no município. Deve-se destacar que as práticas agrícolas desses colonos fundamentaram-se no cultivo e plantio de cultura de valor comercial, com o apoio inclusive do governo federal, o que possibilitou a fixação dos colonos em Tomé-Açu (SEPOF, 2008).

⁵ Tokunos - agricultores inovadores que surgiram com o estabelecimento de modernos sistemas de pesquisa e extensão agrícola no Japão.

Nas décadas seguintes, mediante utilização de métodos modernos de agricultura, os imigrantes dessa colônia conseguiram desenvolver a cultura da pimenta-do-reino com sucesso, a ponto do Pará se tornar um dos maiores produtores, utilizando apenas mão-de-obra familiar.

Em 1946, havia sido fundada a “União dos Lavradores”, que em 1949 se tornava a Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu (CAMTA) com 76 associados, e chegou a ser considerada a melhor do ramo no estado do Pará e a mais importante do Brasil. A dinâmica da vida social, econômica e cultural do povoado de Tomé-Açu girou em torno da atividade agrícola e da cooperativa, levando o então distrito acaraense a uma situação econômica de bom porte, que justificou plenamente a sua elevação à categoria de município.

Em 1959, mediante a Lei Estadual nº 1725, de 17 de março, o distrito de Tomé-Açu passou a ser Município do Estado do Pará, constituído com terras desmembradas do município de Acará. A agricultura em Tomé-Açu continua sendo uma atividade importante, tendo diversificado as atividades originalmente praticadas.

Ao longo do tempo, os produtores de pimenta-do-reino tiveram problemas de mercado e ataque da fusariose (*Fusarium solani*) e mosaico (doença causada por vírus) entre os anos 50 e 60, que dizimaram as plantações, forçando-os a diversificar a produção. Surgiram então os primeiros sistemas agroflorestais implantados com sucesso na Amazônia. Tais SAF eram compostos de grande variedade de espécies frutíferas combinadas com espécies florestais madeireiras e leguminosas (HOMMA, 1995).

Yamada (1999) afirma que “através de tentativas e erros, os produtores japoneses realizaram vários tipos de práticas agroflorestais no despertar do boom da pimenta-do-reino, especialmente com a reintrodução do cacau e algumas espécies de árvores para sombreamento das frutíferas criadas pela mente inventiva dos agricultores, inclusive inspirados nos plantios da companhia japonesa dos anos 30 e nos pomares brasileiros”.

4.1.2.2 Aspectos socioeconômicos

Segundo os dados estatísticos de 2009, a estimativa populacional foi de 48.607 habitantes, perfazendo uma densidade demográfica de 95 habitantes por km² (IBGE, 2009).

A renda per capita de Tomé-açu em 2007 foi de R\$ 4.387, o PIB foi de R\$ 206.552,00 (IDESP, 2007), sendo que o setor que mais contribuiu foi o de serviços (61,9%) seguido da agropecuária (21,7%) e da indústria (16,4%) (IBGE, 2009).

A agricultura local é baseada nas culturas de: arroz, feijão, milho, mandioca, abacaxi, cacau (amêndoa), dendê (coco), laranja, maracujá, pimenta-do-reino, urucum, banana, café, limão, borracha (látex) e coco da Bahia. A pecuária é movida por animais de pequeno porte (frangos, suínos, ovinos e caprinos) e animais de grande porte (bovinos, bubalinos, eqüinos, asininos e muares).

Outra atividade econômica da região é o extrativismo vegetal devido a produtos não madeireiros (açaí, castanha-do-pará e borracha) e produtos madeireiros (carvão vegetal, lenha e madeira em tora) (SEPOF, 2008).

4.1.2.3 Características físicas e biológicas

O clima é quente e úmido, enquadrando-se ao tipo climático Ami, segundo a classificação de Köppen, a temperatura média anual está em torno de 25°C, tendo uma precipitação média de 2250 mm e umidade relativa de 85%. As chuvas apesar de regulares não se distribuem igualmente durante o ano, sendo de janeiro a junho sua maior concentração (BOLETIM, 2008).

De acordo com SEPOF (2008) a alteração da cobertura vegetal natural do município foi calculada em 40,9%, segundo levantamento realizado com imagens LANDSAT-TM, do ano de 1986. O patrimônio mais importante do município é o rio Acará-Mirim e seus afluentes e contém em seu território a área indígena Tembê, com 859 ha.

Os solos da região são representados por Latossolo Amarelo distrófico, variando de textura média à argilosa; de modo geral há níveis baixos de pH e fertilidade limitada (SEPOF, 2008).

A vegetação predominante na região é a Floresta Densa dos baixos platôs, bastante alterada, ensejando o surgimento das florestas secundárias ou capoeiras. Ao longo das margens dos cursos d'água encontra-se a Floresta Ombrófila com presença elevada de palmeiras (SEPOF, 2008).

4.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o desenvolvimento do estudo foram selecionados dois sistemas de produção florestal, sendo eles: um reflorestamento monoespecífico com espécie nativa no município de Paragominas e um sistema agroflorestal multiestratificado no município de Tomé-Açu. Estes sistemas foram escolhidos devido ao fato de terem um histórico consolidado nestes municípios.

A pesquisa de campo foi realizada no período de agosto de 2009 a março de 2010. A primeira etapa consistiu em visitas nas áreas selecionadas para socialização do projeto e reconhecimento das áreas de estudo, e a segunda etapa em visitas para coleta de dados que serviram para caracterização de cada sistema, subsidiando as análises.

A coleta de dados foi realizada por meio de entrevistas semiestruturadas e observação direta (APÊNDICE A). Com os dados coletados foram obtidos os parâmetros para determinar os indicadores econômicos, sociais e ambientais relacionados às atividades dos sistemas.

No estudo foram considerados 300 dias trabalhados ao ano, contemplando oito horas de trabalho por dia, cinco dias na semana e cinco semanas por mês de acordo com as leis trabalhistas (Constituição Federal de 1988, Art. 7º inciso XIII e Consolidação das Leis Trabalhistas, Art. 58).

4.3 AVALIAÇÃO ECONÔMICA

Para analisar e comparar a viabilidade econômica fez-se a caracterização dos sistemas de produções florestais quanto aos custos dos materiais e serviços utilizados em todas as etapas de implantação, manutenção e colheita, assim como as receitas obtidas em reais (R\$) com a venda dos produtos oriundos de cada sistema.

Os dados foram determinados a partir de uma condição *ex-post* e outra *ex-ante*, constituída por uma projeção complementar para um horizonte de 28 anos. A definição do período foi baseada na informação do produtor do SAF e da pesquisa bibliográfica, de acordo com o ciclo da espécie principal e de período mais longo.

No SAF foram analisados todos os seus componentes com base no histórico do sistema, englobando todas as espécies, inclusive os cultivos temporários. No reflorestamento de espécie nativa foi verificado o ciclo de corte utilizado pela empresa, porém para análise comparativa entre os sistemas os horizontes foram igualados. Para tanto se considerou quatro ciclos do reflorestamento como estratégia metodológica para a execução das análises.

No cálculo destes indicadores não foram considerados a remuneração da terra e gerenciamento/administração dos dois sistemas de produção; uma vez que esses indicadores estão sendo utilizados para comparar o sistema de produção em si e não o empreendimento como um todo.

Para os cálculos, todos os custos e receitas envolvidas nas atividades foram atualizados para o mês de janeiro de 2010, considerando o valor do dólar do dia igual a R\$1,885.

4.3.1 Composição dos custos

Os custos foram calculados com valores relativos para um (1) hectare (ha) de acordo com a necessidade de cada sistema de cultivo. Os mesmos foram ordenados de acordo com o desembolso anual, considerando as seguintes etapas e atividades dos sistemas:

- Implantação do sistema – preparo do solo, aquisição de mudas e plantio;
- Manutenção – adubação, roçagem, controle de doenças e pragas, aplicação de herbicidas e podas;
- Colheita – a colheita propriamente dita de frutos, sementes e/ou madeira.

Em relação aos custos de mão-de-obra para a realização das atividades levou-se em consideração o salário mínimo atual (R\$510,00) acrescido de encargos sociais, pois em ambos os sistemas de produção verificou-se que todos os funcionários trabalhavam de carteira assinada, inclusive os trabalhadores temporários. Além disso, os mesmos recebiam também por produção de acordo com a atividade exercida, resultando em diárias nos valores de R\$23,00 e R\$25,00, para a região de Tomé-Açu e Paragominas, respectivamente.

4.3.2 Composição das receitas

As receitas foram constituídas pelos produtos oriundos dos sistemas, sejam eles madeireiros ou não e obtidas pela multiplicação da produção anual de cada cultura pelos respectivos preços de mercado, considerando a produção para um hectare.

4.3.3 Fluxo de caixa e taxa de mínima de atratividade (TMA)

O fluxo de caixa reflete as entradas e as saídas dos recursos (insumos) e produtos ao longo do período de tempo do ciclo de vida do sistema de produção; assim para análise dos sistemas obtém-se a receita líquida através da subtração entre as entradas (receitas) e as saídas (custos) (SANTANA, 2005).

Todos os custos e receitas incidentes foram ordenados anualmente no fluxo de caixa, seguindo recomendações de Rezende e Oliveira (2008) e Santana (2005). Esses valores foram atualizados mediante o uso de fórmulas financeiras, para um determinado momento no horizonte de tempo.

A taxa de juros adotada no presente estudo tomou como base os valores aplicados nos financiamentos obtidos pelo produtor com o sistema agroflorestal e pelo empresário com o reflorestamento com paricá, sendo eles de 4% e 6,5% ao ano (a.a.), respectivamente.

4.3.4 Análise econômica

A análise econômica foi realizada para medir a sustentabilidade dos sistemas com base nos seguintes indicadores econômicos: Valor presente líquido (VPL), Taxa interna de retorno (TIR), Relação Benefício/custo e análise de sensibilidade, utilizados com grande frequência para medir o desempenho econômico e a viabilidade de projetos (SANTANA, 2005; REZENDE e OLIVEIRA, 2008; MENDES 1999; HOFFMANN, 1987), os quais estão discriminados a seguir.

4.3.4.1 Valor presente líquido – VPL

O VPL representa o valor atual dos benefícios gerados por um investimento. Além de seu valor positivo indica a viabilidade econômica. Quanto maior for esse valor melhor o potencial do empreendimento, portanto serve como indicador econômico de comparação. (SANTANA, 2005; MENDES 1999).

O sistema de produção analisado pelo VPL é economicamente viável quando apresenta uma diferença positiva entre receitas e custos atualizados para uma determinada taxa mínima de atratividade (SILVA et al., 2002). Esta taxa de juros reflete o custo de oportunidade de longo prazo da atividade, atualizando o fluxo de caixa.

O cálculo do VPL foi realizado pela equação:

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

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

4.3.4.2 Taxa interna de retorno – TIR

Segundo Rezende e Oliveira (2008), a TIR é a taxa de retorno que iguala o valor atual das receitas futuras ao valor atual dos custos futuros, constituindo uma medida relativa que reflete o aumento no valor do investimento ao longo do tempo, com base nos recursos requeridos para produzir o fluxo de receitas.

A taxa interna de retorno (TIR) foi calculada pela fórmula:

$$TIR: \sum_{j=1}^n \frac{R_j}{(1+TIR)^j} = \sum_{j=1}^n \frac{C_j}{(1+TIR)^j} \quad (2)$$

R_j = receitas no período j ;
 C_j = custos no período j ;
 j = período de ocorrência de R_j e C_j ; e
 n = duração do projeto, em anos, ou em número de períodos de tempo.

4.3.4.3 Relação benefício/custo – RB/C

Este parâmetro consiste em relacionar valor o presente dos benefícios e o valor presente dos custos segundo uma determinada taxa de juros ou descontos. Sendo assim, um projeto é considerado economicamente viável se a relação for maior do que 1 (um). Quando se compara duas ou mais alternativas de investimentos, o mais viável é aquele que apresentar o maior valor de razão B/C (REZENDE; OLIVEIRA, 2008; SANTANA, 2005).

A razão benefício/custo foi calculada pela fórmula:

$$RB/C = \frac{\sum_{j=1}^n R_j (1+i)^{-j}}{\sum_{j=1}^n C_j (1+i)^{-j}} \quad (3)$$

R_j = receita no final do ano j ;
 C_j = custo no final do ano j ;
 i = taxa de desconto;
 j = período de ocorrência de R_j e C_j ; e
 n = duração do projeto, em anos, ou em número de períodos de tempo.

4.3.5 Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade (AS) foi aplicada para determinar as possíveis variações do comportamento do sistema com relação às mudanças nos valores do fluxo de caixa, onde quanto menor a sua sensibilidade, maior será a estabilidade e segurança do investimento.

Ao fazer uma análise de sensibilidade em relação aos custos ou receitas do sistema o ideal é utilizar uma amplitude de variação com os últimos cinco anos. Considerando as fórmulas da TIR para simular uma alteração c nos custos (SANTANA, 2005), tem-se:

$$\sum_{t=0}^n Receita_t \cdot (1 + TIR)^{-t} = \sum_{t=0}^n Custo_t \cdot (1 + c) \cdot (1 + TIR)^{-t} \quad (4)$$

A análise de sensibilidade identifica dentre as variáveis de um projeto, aquelas que devem ser monitoradas de perto por serem as mais críticas. Neste estudo identificamos quatro variáveis comuns aos dois sistemas de produção: variação em relação às taxas de juros (i), mão-de-obra (MO), insumos (Ins) e uma variação no preço de venda das culturas principais de cada sistema, pois apresentam razoável grau de incerteza sobre o seu valor no futuro.

Em relação à taxa de juros (i) foi adotada uma variação de 4 a 14% a.a. para verificar o comportamento do fluxo de caixa e identificar até que taxa o sistema ainda permanece sendo viável.

Com relação à mão-de-obra (MO) foi estabelecido um aumento nos custos das diárias dos dois sistemas de produção estudados, *ceteris paribus*. Esse valor foi obtido pela média relacionada com os aumentos do salário mínimo nos períodos de 2005 a 2009 (5 anos), período em que constatou-se um aumento de 12,38% em média.

Percebe-se em princípio, que a variação no preço dos insumos (Ins) estava diretamente relacionada à variação do dólar, porém como foram observados pelos produtores, quando o dólar começou a baixar, os preços dos insumos não tiveram o mesmo comportamento, portanto, não seria possível fazer essa correlação do dólar com os preços dos mesmos. Como a grande maioria dos insumos tem sua origem baseada no petróleo, procedeu-se a correlação do preço de insumo em relação à variação do preço do barril de petróleo. Para tanto foi verificado o comportamento do preço deste último nos períodos de 2005 a 2009, permitindo observar variações de 14,14%. Neste sentido considerou-se esta variação (14,14%) como um aumento dos preços de insumos, *ceteris paribus*.

Adotou-se uma variação de +20% e -20% no preço de venda das culturas principais comercializadas nos sistemas. No sistema de reflorestamento o produto principal é a madeira de paricá, e para os SAFs essa variação será relacionada para as culturas de pimenta-do-reino (preta e branca) e cacau. A variação no preço de venda da pimenta-do-reino é justificada pela importância que a cultura tem nos anos iniciais, onde é responsável por cobrir os custos de implantação do sistema e, no caso do cacau, por ser a segunda cultura de maior importância econômica deste sistema.

4.4 AVALIAÇÃO SOCIAL

A viabilidade social observada neste trabalho será através de parâmetros qualitativos obtidos por meio de entrevistas e comunicação pessoal com os produtores que praticam os sistemas de produção já mencionados e com os próprios trabalhadores.

O roteiro da entrevista (APÊNDICE A) buscou verificar informações sobre: número de empregos gerados, diretos ou indiretos; renda (salário); condições de trabalho e apoio social; treinamentos e especializações, dentre outros; considerando o horizonte de 28 anos. As questões foram aplicadas de forma que pudesse ser feita uma descrição de cada sistema e esta coleta foi realizada juntamente com a coleta de dados para análise econômica e emergética.

Foi feita uma separação da mão-de-obra utilizada nos sistemas como sendo: mão-de-obra simples, aquela para atividades gerais, e mão-de-obra especializada, aquelas que requerem um nível de especialização em determinada atividade, como dirigir os tratores, aplicação de herbicida, tutoramento e colheita da pimenta, e poda e colheita do cacau.

Através dos dados coletados com a entrevista para os dois sistemas de produção, tentou-se fazer uma relação de parâmetros relacionados ao conforto laboral. Por se tratar de um indicador subjetivo, o estudo baseou-se nos seguintes aspectos: transporte, alimento quente, água potável, descanso/intervalo e banheiro, que são as condições mínimas e adequadas para um cidadão usufruir (segurança alimentar, com liberdade e ambiente seguro).

4.5 AVALIAÇÃO AMBIENTAL

A energia, conforme mencionado anteriormente, é uma medida do trabalho envolvido na produção de um ecossistema (ORTEGA, 2003). De acordo com a metodologia emergética, citada por Comar (1998), a primeira etapa neste tipo de avaliação constitui-se na construção de um diagrama sistêmico (FIGURA 3) usando os símbolos da linguagem emergética (QUADRO 1) (ODUM et al., 2000).

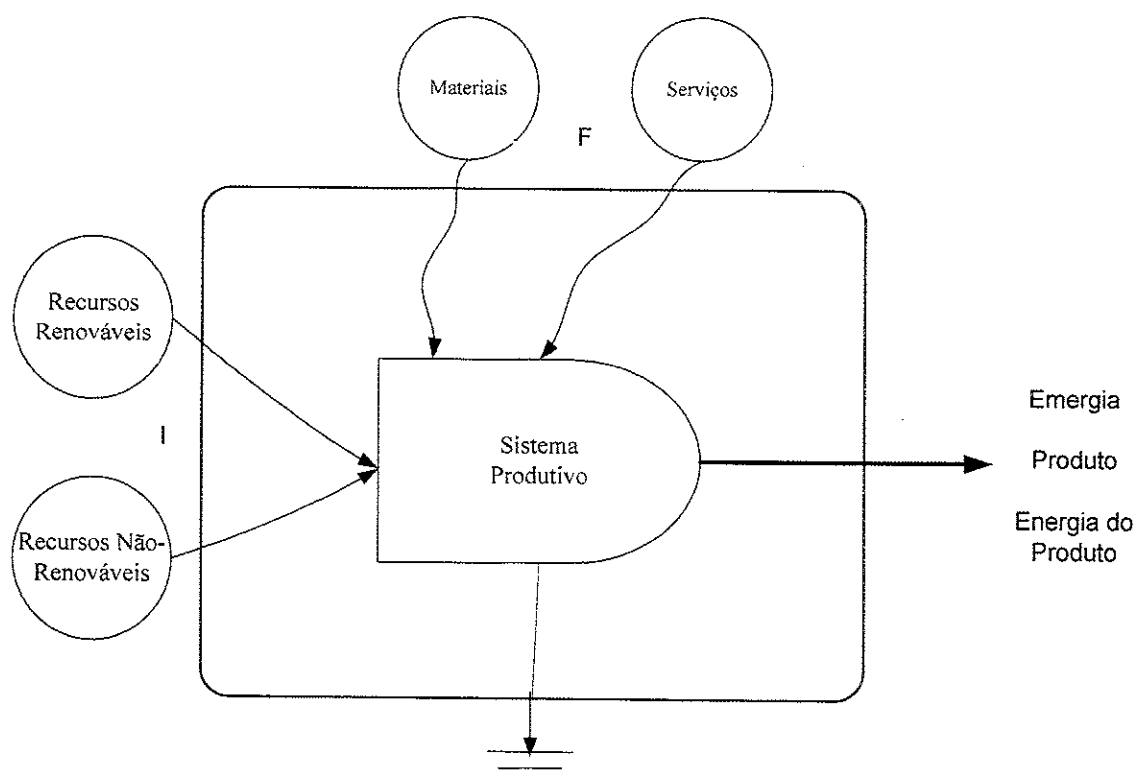
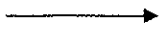
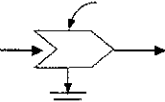
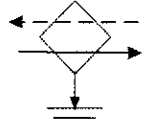
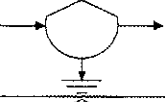
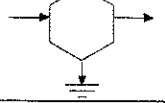
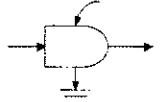
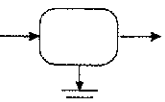


Figura 3. Diagrama genérico de fluxo de um sistema.
Fonte: adaptado de Odum (1996).

De acordo com Agostinho (2005), nesta etapa é necessária uma visão sistêmica, que permita conhecer o funcionamento do sistema e a interação com a natureza, para entender de que maneira as atividades se interagem e estão interligadas, bem como simular e modelar novos sistemas.

Quadro 1. Símbolos utilizados para elaboração dos diagramas sistêmicos.

Símbolo	Significado
	Fluxo de energia: um fluxo cuja vazão é proporcional ao volume de estoque ou à qualidade da fonte que o produz.
	Interação: interseção de dois fluxos para produzir uma saída em proporção a uma função de ambos ou controle de ação de um fluxo sobre o outro.
	Transação: uma unidade que indica a venda de bens ou serviços (linha contínua) em troca de um pagamento em dinheiro (linha tracejada).
	Depósito: uma reserva energética dentro do sistema, que guarda uma quantidade de energia de acordo com o balanço de entrada e saída.
	Consumidor: unidade que transforma a qualidade de energia, armazena e retro-alimenta energia à etapa anterior (sistema autocatalítico) para melhorar o fluxo de energia que recebe.
	Produtor: unidade que coleta e transforma energia de baixa qualidade (baixa intensidade) em energia com qualidade superior.
	Fonte: fonte de energia externa.
	Sumidouro de energia: dispersão de energia potencial empregada no sistema. A energia potencial utilizada para produzir trabalho e o custo dessa transformação é a degradação de energia, a qual deixa o sistema como energia de baixa intensidade (2ª lei da termodinâmica)
	Caixa: símbolo de uso múltiplo que pode ser usado para representar uma unidade de consumo e produção dentro de um sistema maior, representando assim um subsistema.

Fonte: adaptado de Odum (1996).

Este diagrama conduz a um levantamento crítico dos processos, estoques e fluxos que serão importantes para o sistema estudado. Os componentes e fluxos do diagrama são ordenados da esquerda para a direita, de maneira que à esquerda estão representados os fluxos com maior energia disponível; para a direita existe um decréscimo deste fluxo com cada transformação sucessiva de energia (ODUM et al., 2000).

A segunda etapa da análise emergética é a obtenção dos índices emergéticos que consiste na conversão de cada linha dos fluxos de entrada do diagrama em uma linha de cálculo na tabela de avaliação de emergia (Tabela 1).

Tabela 1. Descrição dos componentes do sistema, suas transformidades e fluxos emergéticos.

	Nota	Contribuições	Valor	Unidades	Transformidade	Fluxo de energia
	1	2	3	4	5	6
R_Recursos da naturais renováveis						
N_Recursos da naturais não renováveis						
F_Recursos da economia						
M_Materiais da economia						
S_Serviços da economia						

Conforme apresentado na Tabela 1, a coluna (1) consiste em uma nota para referenciar os detalhes dos cálculos de cada um dos fluxos de energia, enquanto que a coluna (2) fornece o nome dos insumos do sistema. A coluna (3) contém o valor numérico da quantidade de cada fluxo e a coluna (4) contém as unidades dos valores da coluna (3). A coluna (5) contém o valor da transformidade ou energia por unidade (sej/kg, sej/J ou sej/US\$) para cada fluxo da coluna (3). A unidade da transformidade depende da unidade da coluna (4). A coluna (6) contém o fluxo de energia total, que foi calculado multiplicando-se a coluna (3) pela coluna (5) (ALBUQUERQUE, 2006). Como pode ser observado, também há divisões na horizontal para facilitar a identificação dos tipos de recursos usados.

Com os valores desses fluxos é possível obter os valores dos índices emergéticos colocando os valores numéricos e suas unidades como simbolizados no diagrama sistêmico. Na tabela de avaliação emergética todos os fluxos de energia, massa e monetário são convertidos em emjoules solares (sej) através das intensidades emergéticas (QUADRO 2).

Quadro 2. Classificação e descrição dos fluxos emergéticos

Fluxos emergéticos	Descrição
I: Contribuição da natureza	$R + N$
R: Recursos naturais renováveis	Chuva, materiais e serviços de áreas preservadas, nutrientes dos solos.
N: Recursos naturais não-renováveis	Solo
F: Recursos da economia	$F = M + S$
M: Materiais	$M = M_R + M_N$
M_R : Materiais renováveis	Materiais renováveis de origem natural
M_N : Materiais não-renováveis	Minerais, derivados químicos, aço, combustível
S: Serviços	$S = S_R + S_N$
S_R : Serviços renováveis	Mão de obra suportada por fontes renováveis
S_N : Serviços não-renováveis	Outros (externos) serviços, taxas, seguros, e outros.
Y: Emergência total	$Y = I + F$

Fonte: adaptado de Odum (1996).

Além da classificação e descrição dos fluxos emergéticos, foi construída a tabela de energia produzida e valor recebido de cada produto dos sistemas (Tabela 2).

Tabela 2. Valores de produção e valor calórico para cálculo da energia produzida e o valor recebido pela venda de cada produto dos sistemas.

Produto	Produção (Kg/ano)	Valor Calórico do Produto (Kcal/Kg)	Energia do Produto (J/ha.ano)	Valor Recebido pela Venda (U\$/ano)
Total				

A terceira etapa consiste em calcular os índices emergéticos com os resultados das tabelas de avaliação dos fluxos de energia. Através desses índices pode-se inferir a dependência ou não de um sistema quanto aos recursos da economia e da natureza, podendo assim, promover um diagnóstico de quais sistemas ou processos são mais sustentáveis do ponto de vista ambiental (ODUM, 1996). Os índices emergéticos estão descritos a seguir:

a) A *Transformidade* (Tr) é a razão entre a emergência total (Y) que dirige o sistema pela energia total produzida ($Tr = Y/E$), é medida em emjoules solares por joule ($seJ.J^{-1}$) e é utilizada para converter diferentes tipos de energia na mesma unidade de emergência. A transformidade avalia a qualidade do fluxo de energia e podemos utilizá-lo para comparar com a transformidade de outras formas de energia e outros sistemas. Este índice indica que quanto menor o valor mais eficiente é o sistema (BROWN; ULGIATI, 2004).

b) A *Renovabilidade* (%R) ou grau de sustentabilidade é a porcentagem de energia renovável utilizada pelo sistema. É a razão entre a energia dos recursos renováveis (R) usados e a energia total (Y) usada no sistema ($\%R=(R/Y)*100$). Em longos períodos de tempo, somente sistemas de produção com uma alta porcentagem de energia renovável prevalecerão ao stress do mercado atual, enquanto aqueles que utilizam alta porcentagem de recursos não renováveis, certamente entrarão em declínio. As florestas naturais, que se caracterizam como um sistema de referência, têm seu valor entre 99 a 100% (BROWN; ULGIATI, 2004).

c) A *Razão do Rendimento Emergético* (EYR) mostra o quão eficientemente o sistema usa os recursos locais. Foi calculado dividindo-se a energia total do sistema pela energia dos recursos da economia ($EYR=Y/F$). Os valores de referência para interpretação deste índice são: valor igual a 1 (um) é o valor mínimo que indica que o sistema não contribui para a economia porque consome a energia produzida; para valores entre 2 a 5, indica uma contribuição moderada para a economia e valores acima de 5 indica uma grande contribuição para a economia (BROWN; ULGIATI, 2004). Este índice é muito importante, pois as atuais tendências de dependência mundial de energia fóssil e mineral indicam que o uso de menos energia provinda dessas fontes será mais vantajoso no futuro devido à sua escassez (AGOSTINHO, 2009).

d) A *Razão do Investimento Emergético* (EIR) mostra a dependência do sistema em recursos externos comprados. Indiretamente, mede a carga do ambiente, pois os insumos comprados geralmente significam insumos intensivos no uso de energia não renovável. O EIR foi calculado dividindo-se a energia dos recursos comprados da economia pela energia dos recursos da natureza ($EIR=F/I$). Este índice avalia se o sistema utiliza a energia investida de maneira eficiente quando comparado a alternativas que utilizam os mesmos recursos. Como referência os sistemas naturais possuem valores iguais a zero (BROWN; ULGIATI, 2004).

e) A *Razão de Carga Ambiental* (ELR) indica a pressão que o sistema exerce sobre o meio ambiente e pode ser considerado como medida do estresse do ecossistema e é calculado dividindo-se a energia dos recursos não renováveis da natureza mais os recursos da economia pela energia dos recursos renováveis, ou seja, é a relação entre os recursos não renováveis pelo recurso local renovável ($ELR=(N+F)/R$). Quando este indicador for maior que 10 revelam uma alta pressão e normalmente esta relacionada para sistemas com elevado nível tecnológico e/ou com alto estresse ambiental. Valores de ELR menores que 2 indicam uma

baixa pressão, e entre 2 e 10 uma pressão ambiental moderada (BROWN; ULGIATI, 2004; ORTEGA et al., 2005).

f) A *Razão de Intercâmbio Emergético* (EER) é a proporção de energia recebida em relação com a energia gasta, em uma transação comercial. É a energia total (Y) dividida pelo valor de energia recebido pela venda do produto, que é encontrado através da multiplicação da relação energia/dinheiro (chamado de emdólar e cuja unidade é Sej/US\$) pelo dinheiro recebido pela venda (US\$) ($EER = Y / \text{Receitas} \times \text{índice do dinheiro}$). Esse índice avalia se o produtor está recebendo na venda dos produtos, toda a energia necessária para a produção (BROWN; ULGIATI, 2004). Para Ortega et al. (2005), o comprador se apresenta em vantagem se o EER for maior que 1, quando é menor que 1 o produtor tem a vantagem, porém o ideal seria que ambos ganhassem (produtor e comprador), esse valor seria igual a 1 representando um equilíbrio do mercado. Cuadra e Ryberg (2000; 2006) discutiram em seus trabalhos que este índice emergético EER poderia ser utilizado para estimar o preço de equilíbrio do produto produzido, pois o preço de mercado deste produto deveria ser multiplicado pelo seu respectivo EER obtendo assim o preço justo do produto que estaria incluso a contabilização de serviços ambientais do sistema.

g) *Índice de Sustentabilidade Emergético* (ESI) é um índice secundário que foi desenvolvido por Ulgiati e Brown (1998). É obtido da relação entre o rendimento de energia e o índice de carga ambiental ($ESI = EYR / ELR$). O conceito de sustentabilidade está atrelado à maximização de EYR (rendimento) e a minimização de ELR (carga ambiental), ou seja, o máximo do aproveitamento do investimento com um mínimo de estresse dos recursos ambientais locais obtidos através da razão do rendimento emergético (EYR) pela carga ambiental (ELR). Este índice mede a contribuição potencial de um recurso para a economia por unidade de carga ambiental. Indica uma relação de benefício custo, ou seja, um benefício para a sociedade através de relações comerciais relacionado à carga ambiental, quanto maior o valor mais sustentável é o sistema. Valores de referência para este índice são: valor menor que 1 (um) o sistema é um consumidor de energia, não contribui com a economia e tem uma alta carga ambiental; valores entre 1 a 10, indicam que o sistema está em desenvolvimento e tem uma contribuição líquida para a economia sem afetar fortemente o meio ambiente; valores acima de 10, indicam que o sistema está em processo de industrialização e contribui para a economia sem afetar o meio ambiente (BROWN; ULGIATI, 2004).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO

5.1.1 Reflorestamento de paricá

O sistema estudado está localizado numa propriedade distante de 75 km da cidade de Paragominas – PA. Seu histórico de uso pode ser observado de acordo com o esquema da Figura 4, em que a mata nativa foi retirada para implantação da atividade de pecuária. Com o empobrecimento do solo e dificuldades na recuperação da pastagem a mesma foi abandonada e formou-se uma vegetação secundária de porte baixo denominado de juquira⁶, sendo depois retirado e implantado o reflorestamento em estudo.



Figura 4. Esquema do histórico da área do reflorestamento de paricá, no município de Paragominas, PA.

O reflorestamento com paricá foi implantado em 2004 no espaçamento 4 x 4m (FIGURA 5), numa área de 2534,507 ha. As etapas de implantação, manutenção e colheita apresentam diferentes atividades, as quais podem ser verificadas na Figura 6.

⁶ Plantas invasoras de pastagem de difícil retirada, pois forma uma capoeira, isto reflete com bastante clareza a pobreza do solo pós desmate, resultante da interação do processo de exportação de nutrientes e principalmente pela perda por erosão.

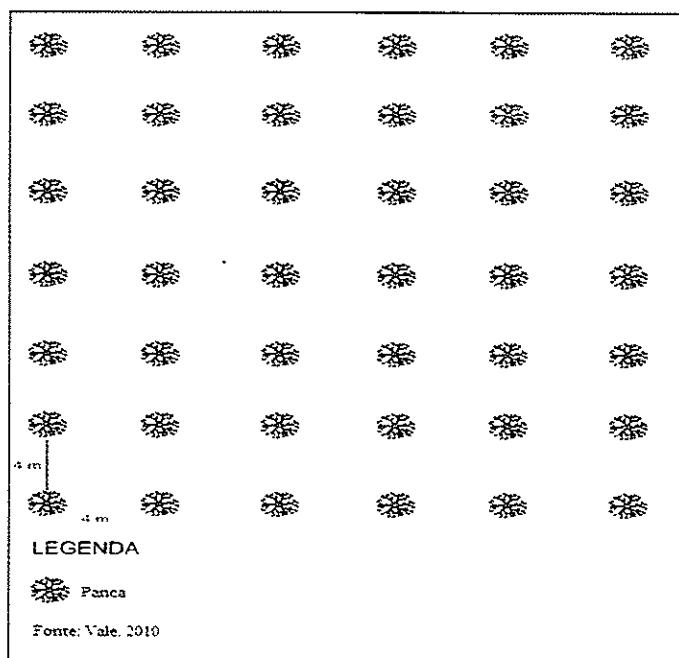


Figura 5. Croqui do plantio de paricá no município de Paragominas, PA.

De acordo com a Figura 6 estão esquematizadas as etapas de implantação, manutenção e colheita do reflorestamento de paricá e descritos a seguir.

Na etapa de implantação, inicialmente realizou-se a limpeza da área via gradagem pesada, porém mantendo o material vegetal na área para ser incorporado nas entrelinhas de plantio, com isso aumentaria a ciclagem de nutrientes e a proteção do solo contra erosão eólica e/ou hídrica. Ressalta-se que este procedimento adotado pela empresa é uma adaptação do cultivo mínimo, pois não se faz a queima do material lenhoso da área.

A gradagem leve foi utilizada para desagregar as partículas do solo e propiciar condições ideais para o desenvolvimento do sistema radicular, nivela o terreno para facilitar as operações seguintes como a incorporação do calcário aplicado em conjunto com esta gradagem.

A subsolagem foi feita em duas direções (uma na linha do plantio e outra perpendicular) sendo que o cruzamento dessas linhas identifica o ponto exato onde deverá ser feita a cova para o plantio.

O plantio semi-mecanizado foi feito com aplicação de hidrogel. O hidrogel é um polímero capaz de reter e disponibilizar água diminuindo o gasto com atividade de irrigação, apesar disso, ainda são realizadas no primeiro ano seis irrigações para garantir o perfeito estabelecimento da muda. O replantio ocorre em 45 dias após o plantio com apenas 5% de falhas.

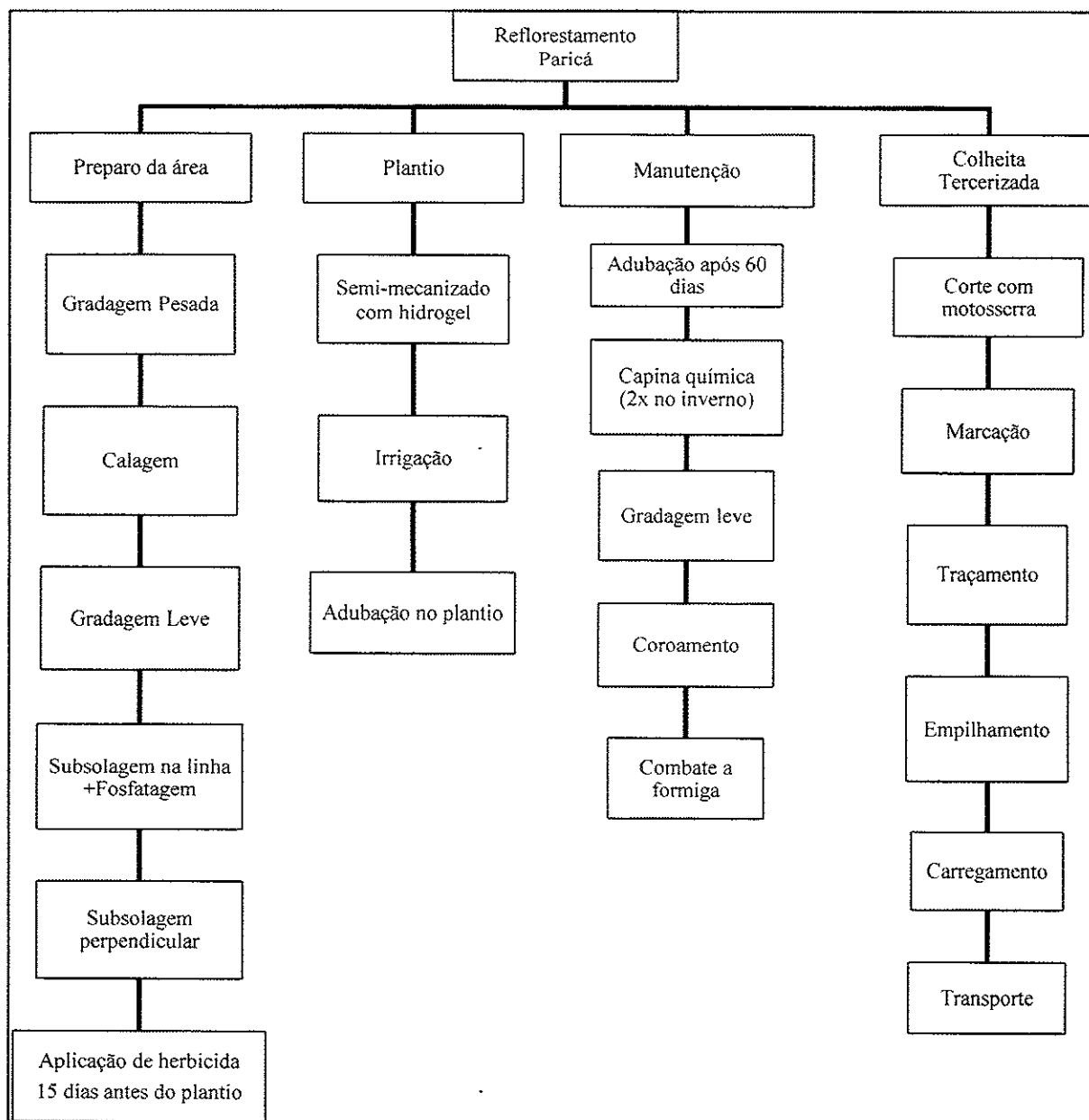


Figura 6. Caracterização do sistema de produção de paricá com as etapas de implantação, manutenção e colheita, no município de Paragominas, PA.

A capina química foi realizada duas vezes ao ano, sempre no início e no fim do inverno durante os seis primeiros anos, e entre as capinas foi feita uma gradagem leve. Tal prática adotada foi para o controle de larvas de cigarra, principal praga do paricá, na área do plantio. Uma vez por ano foi realizado o combate às formigas e um coroamento para evitar a matocompetição.

A colheita da madeira é realizada aos sete anos, ocasião em que se atingi uma produtividade em torno de 200 m³ por hectare, e tem a finalidade de atender a demanda de laminado e compensado do grupo empresarial.

5.1.2 Sistema agroflorestal

A área onde está localizado o Sistema Agroflorestal em estudo possui 12 ha, teve seu início de implantação em 2003 e esta distante a 45 km de Quatro Bocas, município de Tomé-Açu. Segundo conta o produtor, o histórico da área antes da implantação do SAF pode ser observado resumidamente através do esquema da Figura 7.

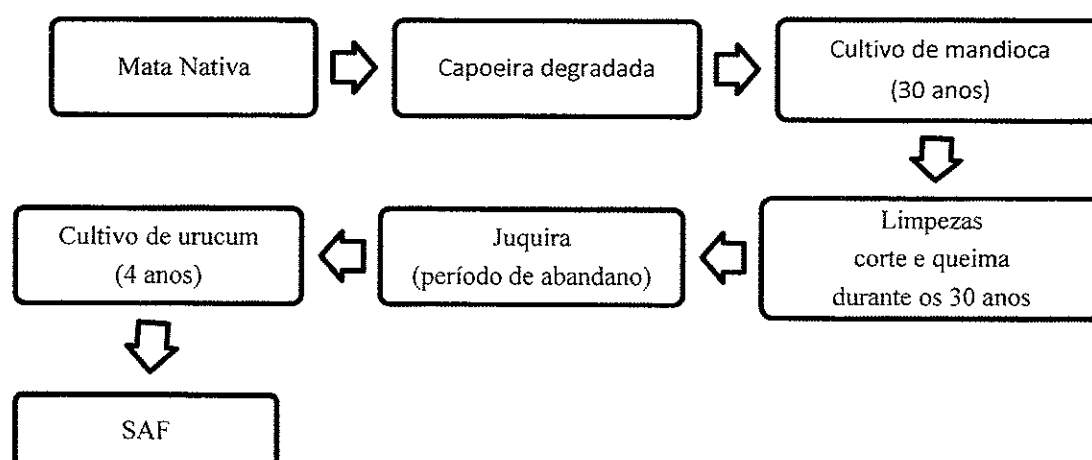


Figura 7. Esquema do histórico da área de implantação do SAF no município de Tomé-Açu, PA.

A área teve um histórico de uso intenso antes da implantação do SAF. A mata nativa foi retirada dando início para uma capoeira degradada por alguns anos. Posteriormente a área foi utilizada no cultivo de mandioca (*Manihot esculenta*) por cerca de 30 anos. Durante o cultivo da mandioca eram realizadas queimas periódicas para limpeza da área, o que ocasionou o empobrecimento do solo deixando-o sem condições de cultivo vindo a ser abandonado. Com isso houve a formação da juquira que cobriu a área durante o período de abandono.

Ao iniciar a limpeza da área para implantação do urucum (*Bixa orellana* L.) foi observado que o solo apresentava-se extremamente compactado e com baixa fertilidade, e após quatro anos sem sucesso foi eliminado da área, iniciando a implantação do SAF com as espécies: milho (*Zea mays*), braquiária (*Brachiaria* sp.), pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.),

bananeira (*Musa sp.*), cacau (*Theobroma cacao*), cajá (*Spondias lutea*), andiroba (*Carapa guianensis*) e a castanheira (*Bertholletia excelsa* Kunth) que foi plantada com o urucum e depois preservada e enriquecida no SAFs.

As etapas de implantação, manutenção e colheita podem ser vistas resumidamente na Figura 8.

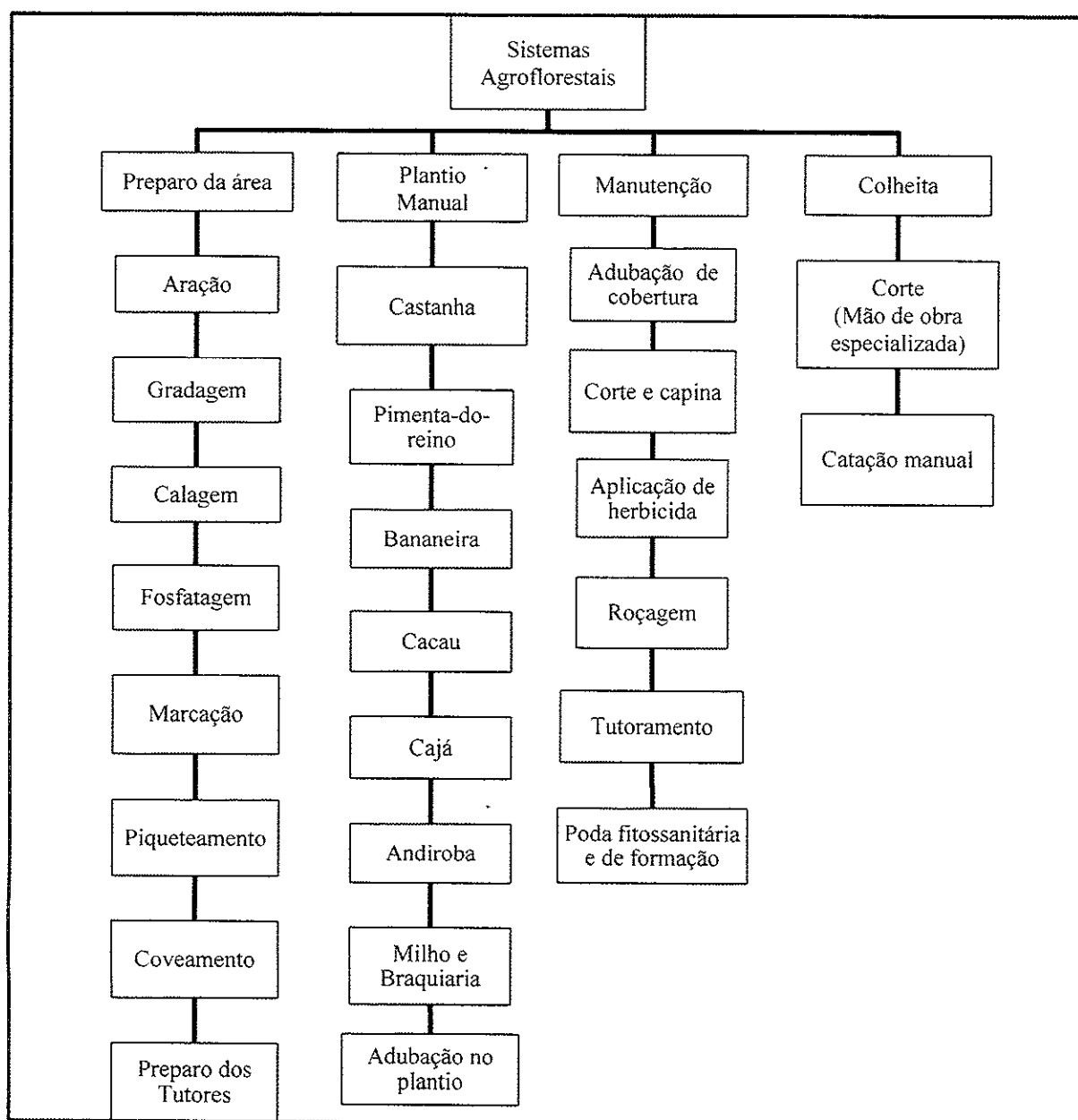


Figura 8. Caracterização do sistema de produção de SAF com as etapas de implantação, manutenção e colheita no município de Tomé-Açu, PA.

No preparo do solo foi feita aração e gradagem, correção da fertilidade com calcário e aplicação de fosfato natural. Em seguida realizou-se a marcação, piqueteamento, coveamento e preparo das estacas (tutores) para pimenteira, e logo após, o plantio das espécies.

Os espaçamentos utilizados foram: para pimenta o 2 m x 4 m, para bananeira e cacau o 3 m x 4 m, para cajá e castanheira o 24 m x 24 m. No caso da andiroba foi plantada a cada 4 m como bordadura ao redor da área. O milho e a braquiária foram plantados nas entrelinhas do cacau e pimenta-do-reino com um espaçamento de 40 cm entre plantas. A Figura 9 apresenta o arranjo espacial do SAF em estudo no ano de implantação e na Figura 10 o arranjo espacial atual sem o milho e a braquiária.

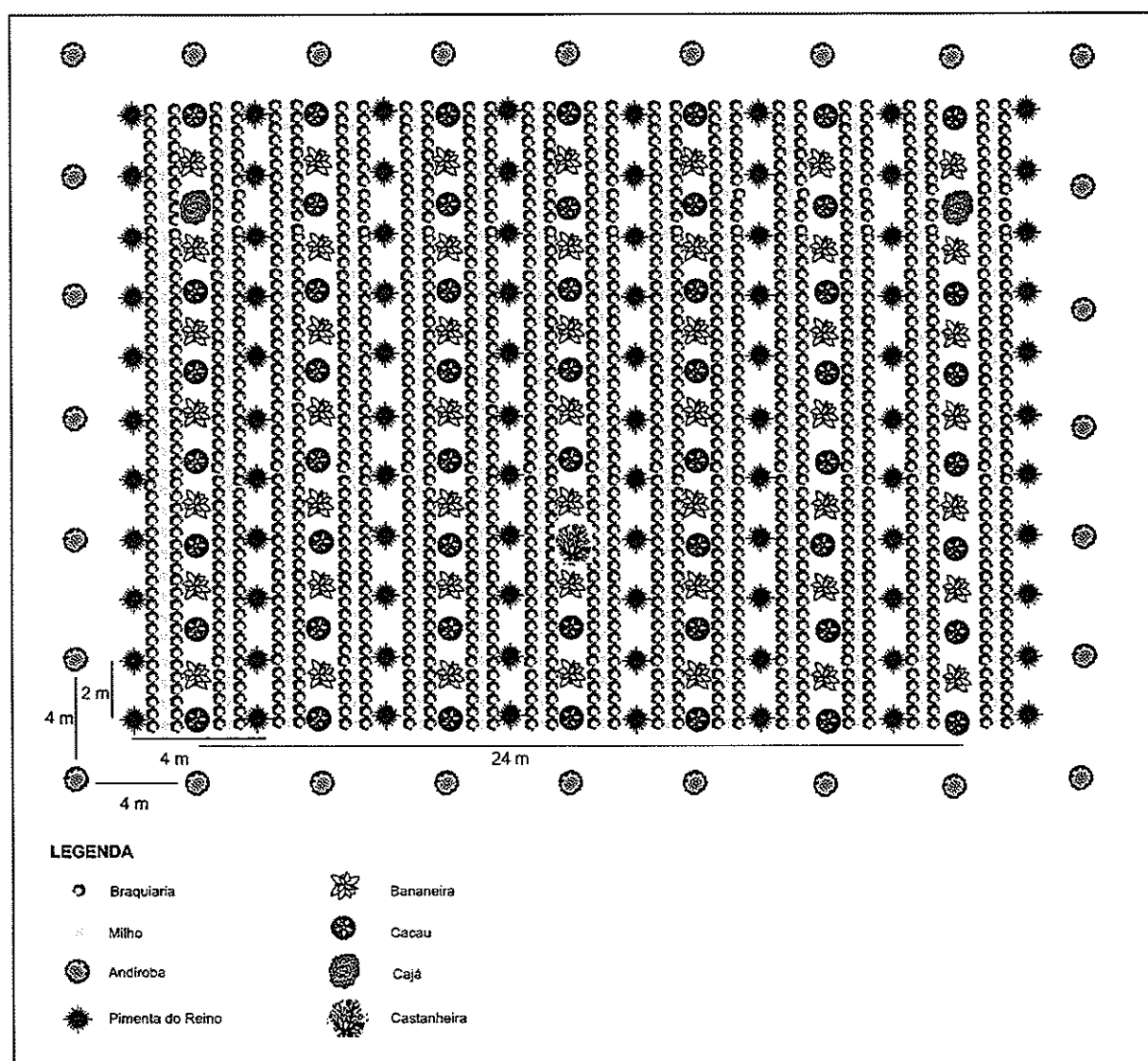


Figura 9. Representação esquemática do plantio de SAF no ano de implantação no município de Tomé-Açu, PA.

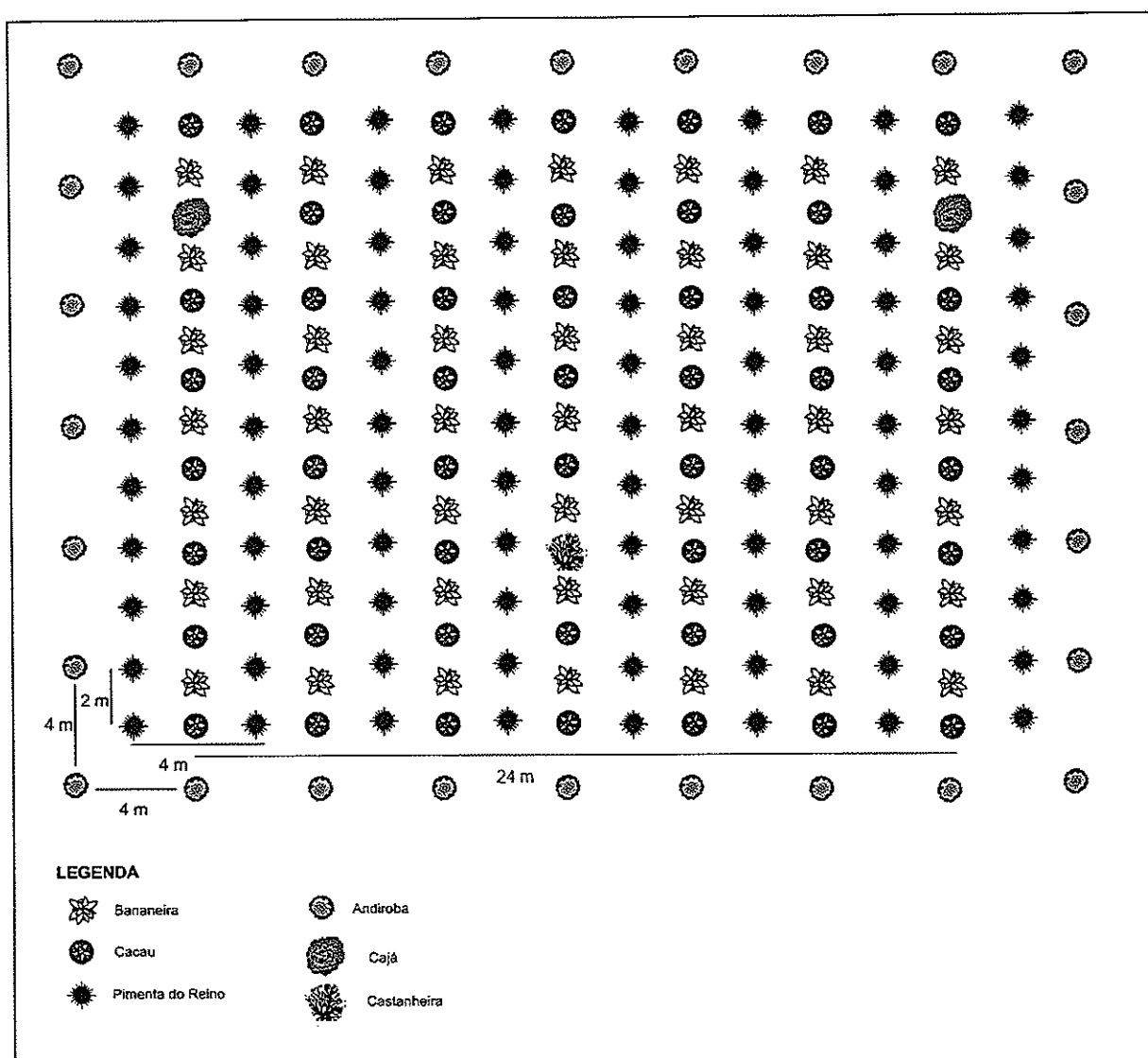


Figura 10. Representação esquemática do plantio de SAF nos dias atuais no município de Tomé-Açu, PA.

Após o preparo da área as operações realizadas são somente operações manuais, capina, coroamento, corte da braquiária e do milho, aplicação de herbicida e roçagem, adubação de cobertura de acordo com as exigências das culturas principais como a pimenta-do-reino e o cacau.

As culturas de pimenta-do-reino e cacau requerem certos cuidados específicos com mão de obra especializada, para realização das atividades de amarrio (tutoramento da pimenta), podas fitossanitária e de formação, e colheita. Sendo que, o amarrio e colheita da pimenta-do-reino são realizados por mão de obra feminina, por causarem menos danos aos frutos.

A colheita do cajá é realizada apenas no período da manhã, sendo realizada por catação durante aproximadamente quatro horas, devendo seguir imediatamente para a cooperativa, pois se trata de um fruto altamente perecível e que requer cuidados para o melhor aproveitamento.

A colheita da castanha e da andiroba também é realizada por catação e não requer mão-de-obra especializada.

De acordo com o produtor, os principais objetivos das culturas implantadas foram:

- a) cultivar o milho para proteção do solo e produção de biomassa, e na fase produtiva do milho no primeiro ano foi parte destinada ao consumo próprio e também na comercialização;
- b) plantar a braquiária para proteção, enriquecimento do solo e produção de biomassa através do corte e decomposição na área;
- c) utilizar a bananeira para sombrear o cacau, produção de biomassa e enriquecer o solo através do corte e decomposição das folhas (estratégia de fornecimento de potássio);
- d) comercializar a pimenta-do-reino e o cacau;
- e) comercializar sementes e frutos das espécies florestais (andiroba, cajá e castanha), fornecer sombra para o cacau melhorando seu conforto térmico e contribuir na ciclagem de nutrientes.

Ressalta-se que cada espécie do SAF possui funções diferenciadas e idades diferentes e que o tempo de permanência e/ou de saída do sistema é bastante variado. Algumas espécies já deixaram o sistema, como é o caso do milho e da braquiária, que já não é mais vista na área. Pela condição ambiental que o SAF proporcionou, segundo o produtor, houve uma redução de ataque de pragas e doenças, quando comparado ao pimental solteiro.

Nota-se nos Quadros 3 e 4, que apresentam o calendário agrícola e o tempo de permanência das espécies no sistema considerando um ciclo de 28 anos, que o sistema se mantém rentável e gera empregos durante o ano inteiro, devido a distribuição ao longo do ano de acordo com o ciclo produtivo das espécies.

Quadro 3. Épocas de produção das espécies componentes do sistema agroflorestal, no município de Tomé-Açu, PA.

Espécies	Época de Produção
Pimenta-do-reino	A primeira colheita é feita nos meses de agosto e setembro, a segunda, ou colheita tardia, ocorre em outubro ou novembro.
Cacau	Do 2º ao 4º ano, os frutos podem ser colhidos praticamente durante o ano todo. A partir do 5º ano, as colheitas são feitas em dois períodos: safra (novembro a fevereiro) e temporão (abril a agosto).
Castanha	A colheita é realizada nos meses de janeiro a abril.
Andiroba	A colheita é realizada nos meses de abril a julho.
Cajá	A colheita é realizada nos meses de outubro a janeiro.

Quadro 4. Início e período de cultivo de cada componente do sistema agroflorestal, no município de Tomé-Açu, PA.

Espécies	Anos de Cultivo														
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14 a 28
Pimenta-do-reino			X	X	X	X	X								
Cacau				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Castanha											X	X	X	X	X
Andiroba									X	X	X	X	X	X	X
Cajá							X	X	X	X	X	X	X	X	X

Obs: A bananeira e a braquiária não são comercializadas, sendo cortadas e incorporadas ao solo como adubo verde. Metade do milho produzido (no ano de implantação do sistema) foi vendida e a outra metade utilizada para consumo próprio.

5.2 ANÁLISE ECONÔMICA

5.2.1 Reflorestamento de paricá

5.2.1.1 Estrutura de custos e receitas

Na Tabela 3 verificam-se os custos e receitas totais das operações florestais efetuadas para a implantação e manutenção de um hectare de paricá no espaçamento 4m x 4m (625 plantas/ha). Todos os custos e receitas contemplados nesta análise estão sendo considerados para quatro ciclos, objetivando igualar ao horizonte de 28 anos do sistema de produção do SAF.

Considerando que no final de sete anos ocorrerá o corte raso e que o povoamento deverá ser renovado quatro vezes, para igualar ao horizonte do SAF, os custos de implantação e manutenção se repetirão durante este período. Neste sentido o sistema terá um custo total de produção a cada sete anos de R\$ 12.252,63/ha e uma receita de R\$ 16.000,00, culminando em um custo total de produção e receita, no final dos quatro ciclos, de R\$ 49.010,52 e R\$ 64.000,00, respectivamente (Tabela 3).

Nos seis primeiros anos o saldo anual é negativo por não apresentar nenhuma produção antes do sétimo ano e por não estar consorciado com nenhuma cultura anual que pudesse gerar renda de forma imediata. Já no ano sete é quando se realiza a colheita da madeira, tornando o saldo positivo, a um custo de R\$ 7.480,00.

Tabela 3. Produção, custos e receitas anuais totais de um ciclo do reflorestamento de paricá com valores atualizados para 2010.

Ano	Atividades*	Custos (R\$/ha)	Produção** (m³/ha)	Receitas (R\$/ha)
1	Implantação	R\$ 2.343,23		R\$ -
2	Manutenção	R\$ 621,88		R\$ -
3	Manutenção	R\$ 451,88		R\$ -
4	Manutenção	R\$ 451,88		R\$ -
5	Manutenção	R\$ 451,88		R\$ -
6	Manutenção	R\$ 451,88		R\$ -
7	Colheita/Produção	R\$ 7.480,00	200,00	R\$ 16.000,00
Custo Total de Produção		R\$ 12.252,63		

* Os coeficientes técnicos podem ser visualizados no Apêndice B1.

** Preço de venda da madeira é de R\$80,00/m³, e produção de um ciclo, dado obtido da empresa na pesquisa de campo (para as análises foram considerados 4 ciclos de reflorestamento).

Verificou-se que o custo de colheita foi três vezes maior que o custo de implantação. Esta é uma operação mecanizada a qual o produtor não tem controle sobre os funcionários e atividades; o ideal seria que o produtor fizesse um acompanhamento destas atividades para conferir os índices técnicos e os custos gerados. Ao reduzir o custo da colheita haverá um reflexo considerável nos índices econômicos (VPL, TIR e RBC), tornando o sistema ainda mais atrativo e mais competitivo.

A fase de implantação do reflorestamento envolve operações mecanizadas, manuais, bem como a aquisição de insumos (Tabela 4).

Tabela 4. Valores de custos totais do ano de implantação (ano 1) de um hectare de reflorestamento de paricá com valores atualizados para 2010.

Operações	Custo total (R\$/ha)	Custo total (%)
Manuais	144,96	6,19
Mecanizadas	1205,80	51,46
Aquisição de insumos	967,46	41,29
Total	2343,23	100

Fonte: Dados da pesquisa.

De acordo com os dados da Tabela 4, os custos com operações manuais, que representam apenas 6,19% do custo operacional, são aproximadamente 15 vezes menores do que as operações mecanizadas e aquisição de insumos, esse baixo valor pode ser explicado, uma vez que o sistema utiliza em sua maioria operações mecanizadas (51,46%).

Foi observado que se houvesse a incorporação de animais transformando o sistema de monocultivo em um sistema silvipastoril após o estabelecimento do reflorestamento, contribuiria consideravelmente na diminuição de operações mecanizadas e aumentaria a utilização da mão-de-obra e ainda haveria uma receita adicional.

5.2.1.2 Análise de viabilidade econômica

Analisando o fluxo de caixa corrente do reflorestamento de paricá, considerando uma taxa de desconto de 6,5% a.a. (Tabela 5), verificou-se que este apresentou valores negativos nos seis primeiros anos após a implantação, em função das características de implantação do sistema que não gera receitas nesse período. Somente no sétimo ano é que se tem receita (R\$ 16.000,00) com a colheita da madeira, tornando o saldo positivo. Os coeficientes técnicos adotados pelo sistema podem ser vistos no Apêndice B.

Tabela 5. Fluxo de caixa do reflorestamento de paricá em 2010.

Ano	Custo Bruto (R\$/ha)	Receita Total (R\$/ha)	Fluxo Atualizado (R\$)		
			Custo Total	Receita Total	Receita Líquida
1	2343,23	0,00	2200,21	0,00	-2200,21
2	621,88	0,00	548,29	0,00	-548,29
3	451,88	0,00	374,09	0,00	-374,09
4	451,88	0,00	351,26	0,00	-351,26
5	451,88	0,00	329,82	0,00	-329,82
6	451,88	0,00	309,69	0,00	-309,69
7	7480,00	16000,00	4813,43	10296,10	5482,67
8	2343,23	0,00	1415,85	0,00	-1415,85
9	621,88	0,00	352,83	0,00	-352,83
10	451,88	0,00	240,73	0,00	-240,73
11	451,88	0,00	226,04	0,00	-226,04
12	451,88	0,00	212,24	0,00	-212,24
13	451,88	0,00	199,29	0,00	-199,29
14	7480,00	16000,00	3097,47	6625,60	3528,13
15	2343,23	0,00	911,11	0,00	-911,11
16	621,88	0,00	227,05	0,00	-227,05
17	451,88	0,00	154,91	0,00	-154,91
18	451,88	0,00	145,46	0,00	-145,46
19	451,88	0,00	136,58	0,00	-136,58
20	451,88	0,00	128,24	0,00	-128,24
21	7480,00	16000,00	1993,24	4263,62	2270,38
22	2343,23	0,00	586,30	0,00	-586,30
23	621,88	0,00	146,11	0,00	-146,11
24	451,88	0,00	99,69	0,00	-99,69
25	451,88	0,00	93,60	0,00	-93,60
26	451,88	0,00	87,89	0,00	-87,89
27	451,88	0,00	82,52	0,00	-82,52
28	7480,00	16000,00	1282,66	2743,66	1461,00

Fonte: Dados da pesquisa.

O VPL obtido apresentou valor positivo e igual a R\$ 3.182,42 por hectare, indicando que o sistema é economicamente viável e que a atividade está gerando um benefício superior ao custo de oportunidade do capital investido (FIGURA 11).

A TIR obtida de 13,05% reflete a viabilidade do sistema com relação à taxa de juros, uma vez que esta é superior à taxa de juros do financiamento bancário (6,5%) que reflete o custo de oportunidade para este sistema de produção. A TIR também pode ser observada na Figura 11, identificando o ponto onde a reta intercepta o eixo da taxa de juros.

A relação RB/C indica que o sistema é economicamente viável, pois o valor encontrado de 1,15 foi superior a 1 (um); uma vez que para cada R\$1,00 investido na atividade há um retorno bruto de R\$1,15 para o produtor.

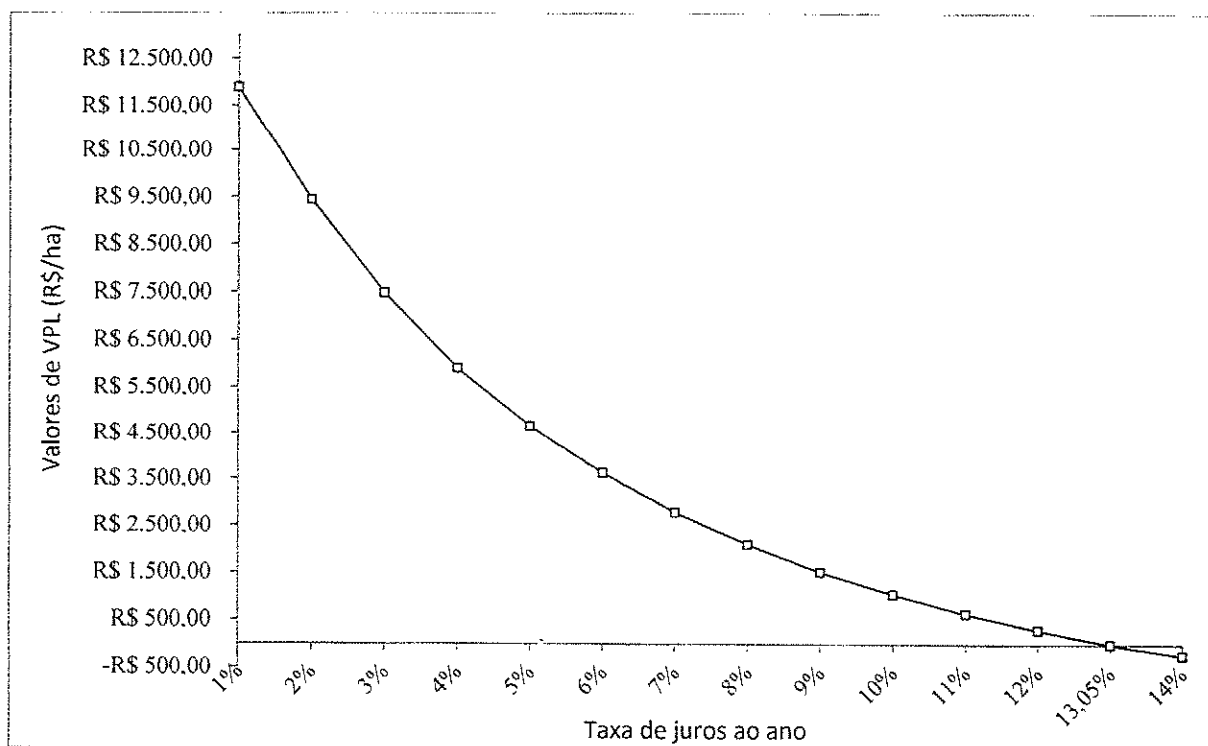


Figura 11. Comportamento do VPL em relação à variação das taxas de juros, do sistema de reflorestamento em Paragominas, PA.

Fonte: Dados da pesquisa.

Como já é esperado, na medida em que a taxa de desconto aumenta, o VPL e o RB/C diminui, portanto o VPL será positivo até uma taxa de juros de 13%, oferecendo maior segurança ao tomador de decisão encarregado do sistema de produção de investir nesta atividade. Qualquer taxa de desconto que seja superior a 13% torna o investimento inviável economicamente.

Cordeiro (2007) ao fazer análise econômica de paricá solteiro encontrou valores inferiores em relação aos encontrados neste trabalho (VPL igual a -R\$ 65.971,41 e RB/C de 0,01). A autora observou que este valor pode estar baixo porque foi considerado apenas um desbaste de 30% como receita no quarto ano; espera-se que no segundo desbaste (8 anos) possa ser obtido um saldo positivo, bem como no corte final depois de 14 anos.

Por outro lado, Maneschy (2008) mostrou que o paricá em sistema de monocultivo teve um VPL de R\$ 448,08, uma TIR de 12% e um RB/C de 1,05, quando analisou o paricá em sistema silvipastoril o valor de VPL foi para R\$ 1.109,17, a TIR de 13,99% e um RB/C de 1,11. Isto comprova que um sistema consorciado tem um melhor desempenho econômico.

5.2.1.3 Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade em relação às taxas de desconto constituiu o primeiro cenário (VPLi) com a aplicação de taxas que variaram de 4% a 14% ao ano, no cálculo do VPL (Tabela 6). Estas taxas foram escolhidas por abrangerem a maior taxa para o SAF até a mais comumente usada pelo setor florestal e no estado do Pará.

Tabela 6. Variação do VPL e RB/C em relação às taxas de juros do reflorestamento com paricá, no município de Paragominas, PA.

Taxas	4%	6%	8%	10%	12%	13,0525%	14%
VPL i	R\$ 5.913,10	R\$ 3.623,06	R\$ 2.091,53	R\$ 1.040,21	R\$ 300,79	R\$ 0,00	(-R\$ 230,79)
RB/C	1,21	1,17	1,12	1,07	1,02	1,00	0,98

Fonte: Dados da pesquisa.

Os resultados da Tabela 6 comprovam que as maiores taxas de juros diminuem os valores de VPL e RB/C, pois os custos de oportunidade aumentam. Para uma taxa de 13,0525% (TIR) o VPL é igual a zero e RB/C igual a 1, indicando que o sistema passa a ser inviável economicamente a partir desta taxa pois o sistema não está tendo lucro.

Com o aumento no custo da mão-de-obra (12,38%), representando o segundo cenário (VPL MO), verificou-se através da Figura 12, que o aumento nos custos da mão-de-obra não ocasionou diferenças significativas nos valores de VPL, visto que o item mão-de-obra tem uma baixa representatividade durante todo o processo de produção do sistema. No entanto, com o aumento nos custos dos insumos (14,14%), no terceiro cenário (VPLIns), observou-se que o comportamento dos valores de VPL são alterados consideravelmente, isto porque os mesmos geralmente são altos e consequentemente afetam os valores de VPL.

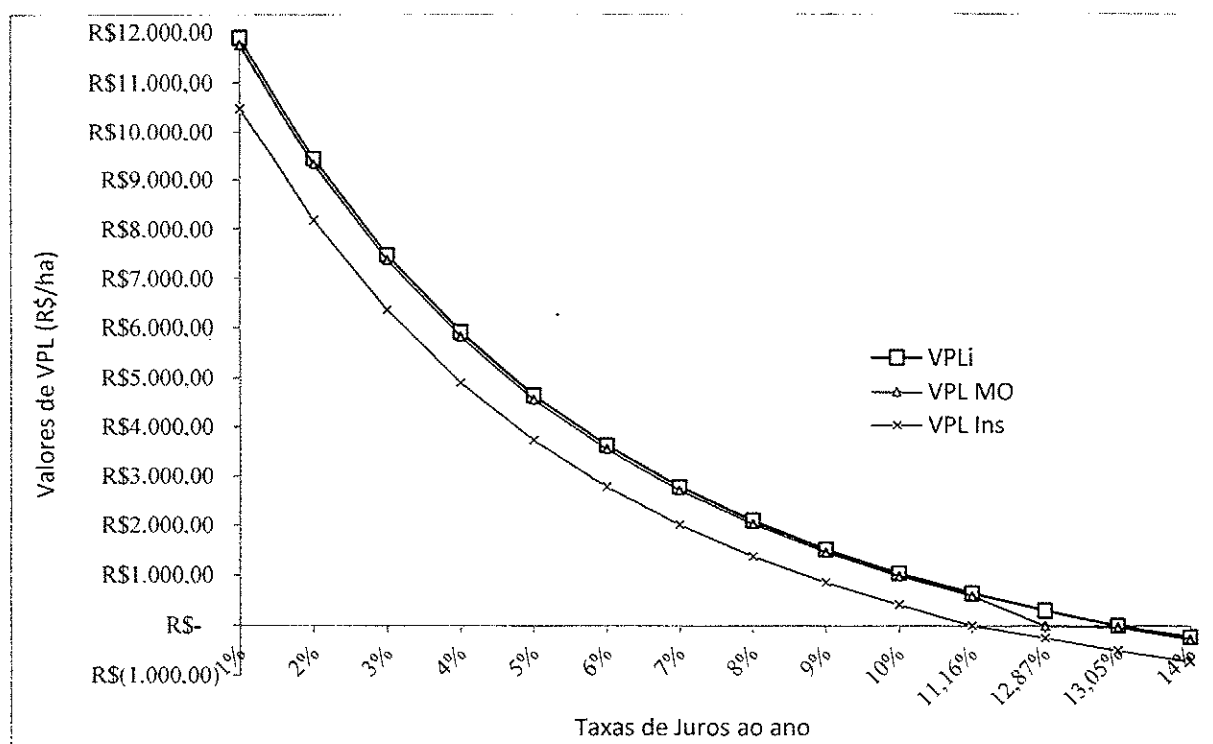


Figura 12. Comportamento do VPL em relação aos três cenários traçados para o reflorestamento com paricá no município de Paragominas, PA.

Fonte: Dados da pesquisa.

Com o aumento do custo da mão-de-obra, têm-se um VPL igual a R\$3.108,80, uma TIR de 12,87% e um RB/C de 1,15; com o aumento dos custos dos insumos os valores desses indicadores econômicos passam a ser de R\$ 2.374,39, 11,16% e 1,11, respectivamente. Apesar da redução de 2% na TIR e a RB/C ter diminuído, percebeu-se que o sistema permaneceu viável economicamente o que pode ser explicado por preços mais altos da madeira em função da escassez da matéria prima.

Assim sendo, com a variação no preço de venda da madeira observou-se que para as condições deste sistema de produção o mesmo não deverá ser inferior a R\$ 80,00 para que a viabilidade econômica não seja comprometida, conforme apresentado na Tabela 7.

Tabela 7. Variação do VPL, TIR e RB/C em relação à variação do preço da madeira, do reflorestamento com paricá, no município de Paragominas, PA.

Preço da madeira	VPL	TIR	RBC
R\$ 96,00	R\$ 7.968,22	20,55	1,38
R\$ 80,00	R\$ 3.182,42	13,05	1,15
R\$ 64,00	(-R\$ 1.603,38)	2,40	0,92

Fonte: Dados da pesquisa.

Em função dos resultados obtidos constatou-se que o custo da colheita foi de R\$ 7.480,00 por hectare. Neste sentido, variações de 10 a 50% no seu valor proporcionaram um aumento no VPL em torno de 2,76 vezes, mantendo o mesmo valor de venda da madeira a R\$ 80,00. Da mesma forma, percebeu-se aumento nos valores de TIR e RB/C atingindo os valores máximos de 21,63% e 1,58, respectivamente (Tabela 8).

Tabela 8. Variação do VPL, TIR e RB/C em relação à variação do custo de colheita do reflorestamento de paricá (R\$ 7.480,00), no município de Paragominas, PA.

Redução no custo colheita	VPL	TIR	RBC
10%	R\$ 4.301,10	15,01	1,22
20%	R\$ 5.419,78	16,82	1,29
30%	R\$ 6.538,46	18,52	1,38
40%	R\$ 7.657,14	20,12	1,47
50%	R\$ 8.775,82	21,63	1,58

Fonte: Dados da pesquisa.

Maneschy (2008) ao fazer a avaliação econômica de reflorestamento com paricá com o mesmo número de árvores (625) utilizados neste estudo, porém com dois desbaste (com 7 e 11 anos) e corte final (15 anos), encontrou custos de colheita igual a R\$ 2.686,02 (1º desbaste com 7 anos), R\$ 4.716,45 (2º desbaste com 11 anos) e R\$ 10.586,05 (corte final) e suas respectivas receitas foram de R\$ 6.000,00, R\$ 12.042,00 e R\$ 27.028,20.

5.2.2 Sistema agroflorestal

5.2.2.1 Estrutura de custos e receitas

Os custos e receitas totais das operações necessárias para a implantação e manutenção de um hectare de um sistema agroflorestal estão descritos resumidamente, na Tabela 9. Como já era esperado, o ano de implantação (ANO 1) apresenta maior custo porque envolve muitas operações mecanizadas, manuais, bem como aquisição de insumos.

Considerando o horizonte de 28 anos, o sistema terá um custo total de R\$ 68.570,79 por hectare e uma receita total de R\$ 164.618,34 por hectare.

Tabela 9. Valores brutos de custos e receitas da produção do sistema agroflorestal no ano de 2010, no município de Tomé-Açu, PA.

ANO	Atividades	Custos (R\$/ha)	Receitas (R\$/ha)
1	Implantação	R\$ 16.408,67	R\$ 166,67
2	Manutenção/Produção	R\$ 4.097,85	R\$ 2.550,00
3	Manutenção/Produção	R\$ 3.374,38	R\$ 2.937,23
4	Manutenção/Produção	R\$ 3.767,25	R\$ 3.593,51
5	Manutenção/Produção	R\$ 3.751,27	R\$ 4.280,74
6	Manutenção/Produção	R\$ 3.950,79	R\$ 5.069,96
7	Manutenção/Produção	R\$ 1.410,99	R\$ 3.589,13
8	Manutenção/Produção	R\$ 1.459,99	R\$ 4.501,85
9	Manutenção/Produção	R\$ 1.497,49	R\$ 5.342,08
10	Manutenção/Produção	R\$ 1.508,99	R\$ 5.803,24
11	Manutenção/Produção	R\$ 1.519,06	R\$ 6.390,67
12	Manutenção/Produção	R\$ 1.519,06	R\$ 6.709,96
13	Manutenção/Produção	R\$ 1.519,06	R\$ 6.913,96
14 a 28*	Manutenção/Produção	R\$ 22.785,95	R\$ 106.769,37
TOTAL		R\$ 68.570,79	R\$ 164.618,34

* O valor de custo e receita equivalente a cada ano do período de 14 a 28 é de R\$ 1.519,06 e R\$ 7.117,96, respectivamente.

Fonte: Dados da pesquisa.

No sistema agroflorestal já não ocorre saldo negativo durante os anos iniciais (Tabela 9), pois devido a sua diversidade de produtos e a sazonalidade de colheita tem-se pelo menos uma espécie que gera receitas ao ano; sendo que a receita total do sistema é aproximadamente 2,4 vezes maior que o custo de produção.

Com relação aos valores das receitas (Tabela 9) no fluxo de caixa, verifica-se uma receita antecipada devido à colheita do milho (R\$ 166,67/ha), porém está é referente à venda

de apenas a metade da produção, uma vez que o cultivo do mesmo desempenha outras funções como auxílio na conservação do solo e para produção de biomassa.

Verifica-se na Figura 13 que a partir do quarto ano o sistema passou a gerar uma receita líquida positiva, isso foi devido ao aumento na produção de cacau e da venda da pimenta-do-reino branca, pois tem um preço diferenciado da pimenta preta. Enquanto a pimenta preta tem o preço de venda de R\$ 4,00/kg, já a pimenta branca é de R\$ 6,50/kg. Este comportamento nos valores econômicos mostra que vale a pena investir na produção de pimenta branca apesar de um rendimento menor do que a pimenta preta.

No sétimo ano há uma redução na receita devido à saída da cultura de pimenta-do-reino do sistema, e a partir do oitavo ano inicia uma curva ascendente da receita até décimo quarto ano e estabilizando até o vigésimo oitavo ano. Em relação aos custos, no sétimo ano também ocorre um decréscimo que se estabiliza até o vigésimo oitavo ano (FIGURA 13).

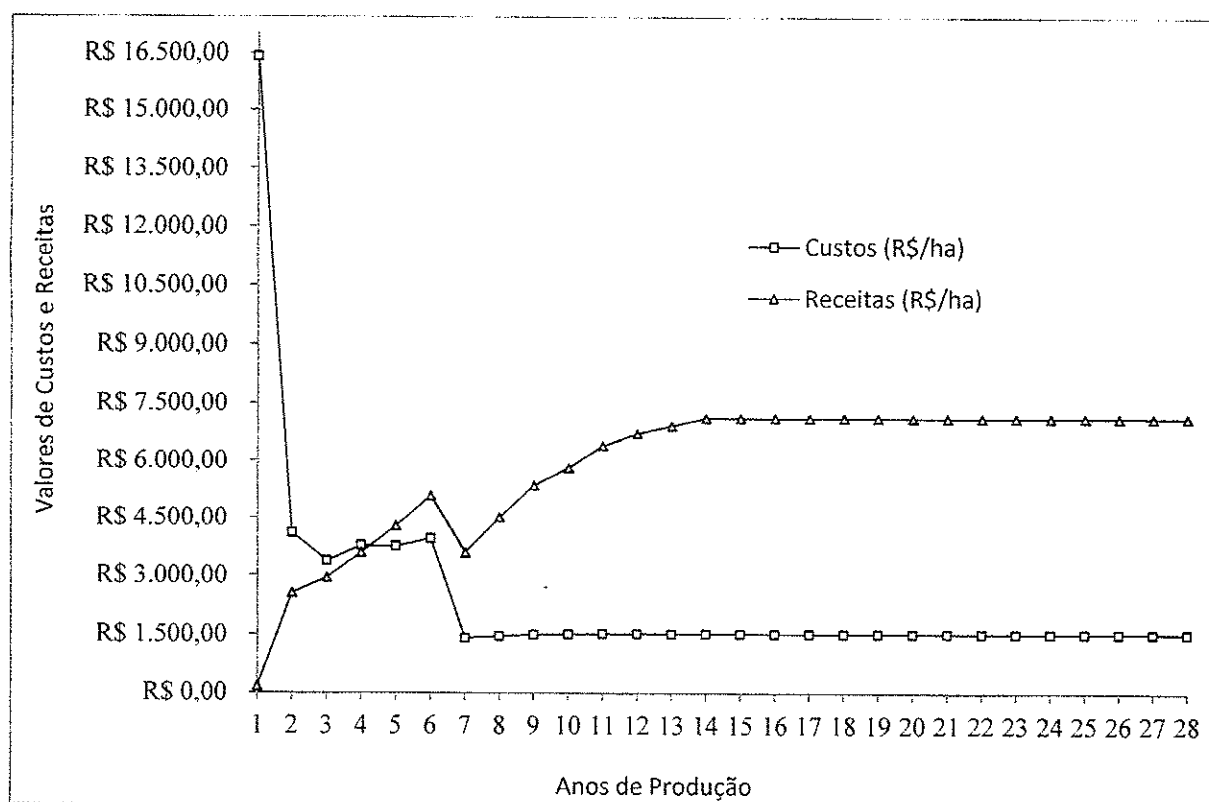


Figura 13. Comportamento dos custos e receitas do sistema agroflorestal no município de Tomé-Açu, PA.

Fonte: Dados da pesquisa.

Conforme pode ser observado na Tabela 10 a distribuição dos custos no ano de implantação do SAF, totalizou em R\$ 16.408,67/ha.

Em relação ao custo total da implantação as atividades relacionadas à aquisição de insumos (R\$ 11.755,11) destacaram-se com 71,64% do custo total, seguidas das operações manuais com 24,66% e das operações mecanizadas (3,70%). O valor das operações mecanizadas é baixo porque só são realizadas no ano de implantação para preparo da área, sendo as demais atividades manuais (Tabela 10).

Tabela 10. Valores de custos totais das operações no ano de implantação (ano1) de um hectare de SAF, 2010, no município de Tomé-Açu, PA.

Operações	Custo Total (R\$)	Custo Total (%)
Operações mecanizadas	R\$ 606,67	3,70
Operações manuais	R\$ 4.046,89	24,66
Aquisição de Insumos	R\$ 11.755,11	71,64
Total	R\$ 16.408,67	100

Fonte: Dados da pesquisa.

5.2.2.2 Análise de viabilidade econômica

Analisando o fluxo de caixa corrente do sistema agroflorestal e considerando uma taxa de desconto de 4% a.a. (Tabela 11), verificou-se que este se apresentou negativo durante os quatro primeiros anos, o que pode ser justificado por causa dos elevados custos nos anos iniciais do sistema. Já no quinto ano, o valor da receita líquida (R\$ 435,19) passa a ser positivo superando os custos. Os coeficientes técnicos adotados pelo sistema podem ser vistos no Apêndice B.

O VPL indica que o sistema é viável economicamente devido ao valor positivo (R\$40.247,12) e pela atividade estar gerando um benefício superior ao custo de oportunidade do capital investido.

A TIR de 13,22% indica que o sistema é viável com relação à taxa de juros (4%), uma vez que esta é superior ao custo de oportunidade de capital, refletida na taxa de juros do financiamento bancário para a atividade deste sistema. Maiores detalhes dos valores da TIR também podem ser verificados na Figura 1, observando onde a reta corta o eixo da taxa de juros.

Tabela 11. Fluxo de caixa do sistema agroflorestal no ano de 2010, no município de Tomé-Açu, PA.

Ano	Custo Bruto (R\$/ha)	Receita Bruta (R\$/ha)	Fluxo atualizado (R\$)		
			Custo Total	Receita Total	Receita Líquida
1	16408,67	166,67	15777,57	160,26	-15617,31
2	4097,85	2550,00	3788,69	2357,62	-1431,07
3	3374,38	2937,23	2999,82	2611,18	-388,63
4	3767,25	3593,51	3220,26	3071,75	-148,51
5	3751,27	4280,74	3083,27	3518,45	435,19
6	3950,79	5069,96	3122,37	4006,87	884,49
7	1410,99	3589,13	1072,23	2727,44	1655,21
8	1459,99	4501,85	1066,80	3289,46	2222,66
9	1497,49	5342,08	1052,11	3753,27	2701,16
10	1508,99	5803,24	1019,42	3920,46	2901,04
11	1519,06	6390,67	986,75	4151,26	3164,50
12	1519,06	6709,96	948,80	4191,02	3242,22
13	1519,06	6913,96	912,31	4152,34	3240,03
14	1519,06	7117,96	877,22	4110,44	3233,22
15	1519,06	7117,96	843,48	3952,35	3108,87
16	1519,06	7117,96	811,04	3800,34	2989,30
17	1519,06	7117,96	779,85	3654,17	2874,32
18	1519,06	7117,96	749,85	3513,62	2763,77
19	1519,06	7117,96	721,01	3378,48	2657,47
20	1519,06	7117,96	693,28	3248,54	2555,26
21	1519,06	7117,96	666,62	3123,60	2456,98
22	1519,06	7117,96	640,98	3003,46	2362,48
23	1519,06	7117,96	616,32	2887,94	2271,62
24	1519,06	7117,96	592,62	2776,87	2184,25
25	1519,06	7117,96	569,83	2670,07	2100,24
26	1519,06	7117,96	547,91	2567,37	2019,46
27	1519,06	7117,96	526,84	2468,63	1941,79
28	1519,06	7117,96	506,57	2373,68	1867,11

Fonte: dados da pesquisa.

Como já era esperado, na medida em que a taxa de desconto aumenta o VPL diminui, portanto o VPL será positivo até uma taxa de juros de 13,22%, dando uma segurança ao tomador de decisão encarregado do sistema de produção de investir nesta atividade até este nível de juros, pois a TIR é maior que a taxa de juros do financiamento de 4%, considerada para este sistema em estudo (Figura 14). Nota-se que qualquer taxa de desconto superior a 13,22% torna o investimento inviável economicamente.

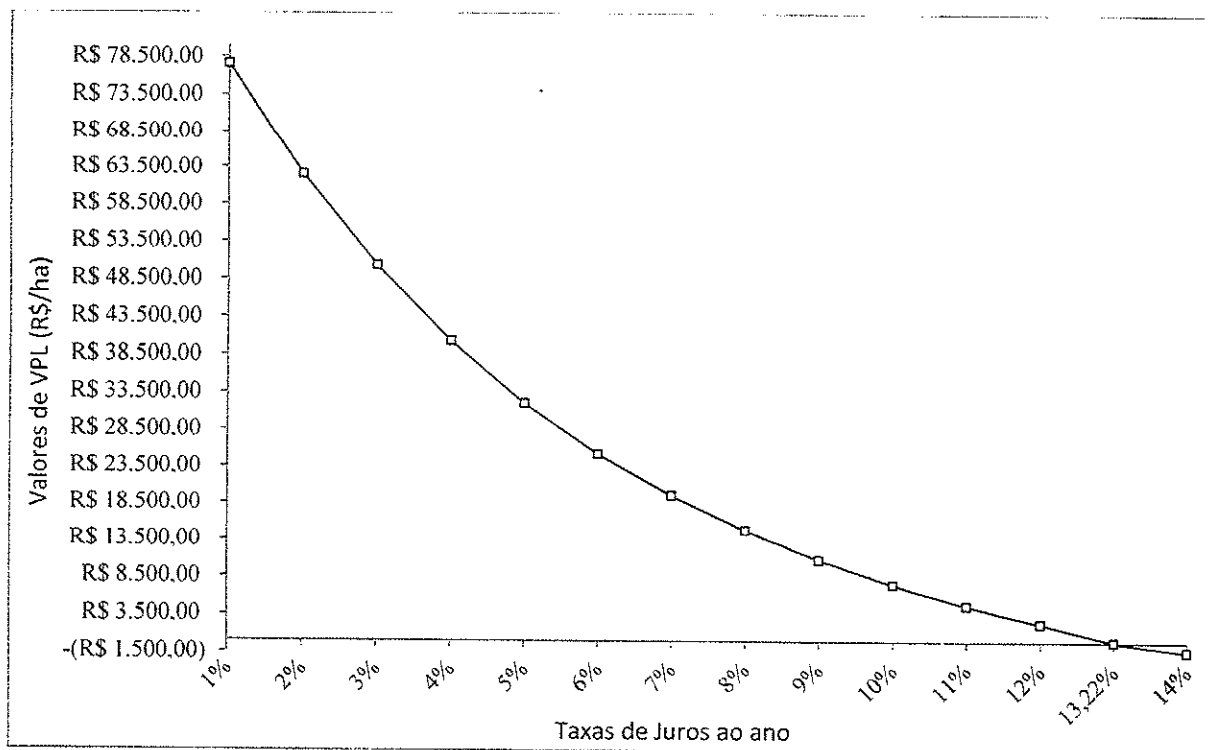


Figura 14. Comportamento do VPL em relação à variação das taxas de juros do sistema agroflorestal no município de Tomé-Açu, PA.

Fonte: Dados da pesquisa.

Em relação à RB/C, pode-se dizer que o sistema é economicamente viável, pois o seu valor foi superior a 1 (um); e o valor apresentado por este sistema foi de 1,82, indicando que para cada R\$1,00 investido na atividade há um retorno bruto de R\$1,82 para o produtor.

Mendes (2005) avaliando sistemas agroflorestais compostos por cacau, pimenta-do-reino, maracujá, cupuaçu, mogno e castanheira em Tomé-Açu, PA, utilizando uma taxa de 8%, com um horizonte de 15 anos, encontrou um VPL de R\$ 15.373,11, uma TIR de 87% e uma RB/C de 1,87, sendo estes valores superiores aos encontrados neste estudo.

Num estudo realizado por Gama (2003) foram comparados três arranjos de sistemas agroflorestais em Machadinho d'Oeste, Rondônia. Para tanto foi considerado uma taxa de desconto de 10% a.a., na qual gerou uma TIR de 86%, um VPL de R\$ 45.865,26 e um RB/C de 4,08 para o SAF1 (castanha-do-brasil, banana, pimenta-do-reino e cupuaçu) mais rentável economicamente. Os outros dois arranjos SAF 2 (freijó, banana, pimenta-do-reino e cupuaçu) e o SAF 3 (pupunha, banana, pimenta-do-reino e cupuaçu) obtiveram valores inferiores quando comparado com o SAF1, mas ainda assim viáveis, sendo eles o VPL de R\$ 8.416,27 para SAF2 e R\$ 6.818,82 para o SAF3, uma TIR de 24% para o SAF2 e 19% para o SAF3 e uma RB/C de 1,51 para o SAF2 e 1,44 para o SAF3.

Arco-Verde (2008) estudou dois modelos de SAF onde a cultura agrícola e o preparo do solo é que diferenciavam os modelos: o modelo 1 com arroz e mandioca, o modelo 2 com soja e mandioca, e as espécies em comum são banana, ingá, gliricídia, cupuaçu, pupunha, castanha-do-brasil e cupiúba. Verificou-se que o modelo 1 foi considerado inviável economicamente nos primeiros dez anos de estudo; e o modelo 2 foi o que apresentou maior viabilidade até no maior prazo (15 anos) com um VPL de R\$ 7.006,00, uma TIR de 23% e um RB/C de 1,89.

Sanguino (2004) realizou uma avaliação econômica de seis sistemas agroflorestais com diferentes combinações no município de Tomé-Açu, sendo que o SAF 1 e 4, como foi denominado, eram os que tinham pimenta-do-reino e apresentaram melhor desempenho econômico. Considerando um período de 25 anos e uma taxa de juros de 6%, foi encontrado VPL e RB/C de R\$ 52.424,96 e 2,53 para o SAF 1 e R\$ 100.441,28 e 3,79 para SAF 2.

O trabalho realizado por Santana (2005) ao avaliar um SAF, também em Tomé-Açu, composto por cacau, paricá e puerária, numa área de 1,8 ha, e com uma taxa de juros de 12% a.a., obteve um VPL de R\$ 1.291,63, uma TIR de 15,32% e um RB/C de 1,26.

Francez (2007) avaliando experiências de sistemas agroflorestais multiestratificado estabelecidos em áreas de agricultores familiares do município de Nova Timboteua, PA, comprovou que os SAF são importantes para geração de renda. Estes SAFs estudados por Francez (2007) mostraram viabilidade econômica apresentando um VPL acima de R\$ 1.500,00, considerando taxas de desconto de 6%, 8% e 12%, uma relação benefício custo igual ou superior a 1,30 em um horizonte de 10 anos.

5.2.2.3 Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade em relação às taxas de desconto constituiu o primeiro cenário (VPLi) com a aplicação de taxas que variaram de 4% a 14% ao ano, no cálculo do VPL (Tabela 12). Estas taxas foram escolhidas por abrangerem a maior taxa para o SAF até a mais comumente usada pelo setor florestal e no estado do Pará.

Tabela 12. Variação do VPL e RB/C em relação às taxas de juros do SAF em Tomé-Açu, PA.

Taxas	4%	6%	8%	10%	12%	13,22%	14%
VPL i	40.247,12	25.180,14	14.807,46	7.551,31	2.401,40	0,00	(-1.300,43)
RB/C	1,82	1,58	1,38	1,21	1,07	1,00	0,96

Fonte: Dados da pesquisa.

A Tabela 12 comprova que as maiores taxas de juros diminuem os valores de VPL e RB/C. Para uma taxa de 13,22% (TIR) o VPL igual a zero e a RB/C igual a 1, indicando que o sistema passa a ser inviável economicamente a partir desta taxa já que o sistema não está tendo lucro.

Quando mudamos o cenário para um aumento no custo da mão-de-obra ou de insumos verificamos através da Figura 15 que esse aumento, afeta os valores de VPL para os dois cenários. Porém os insumos são mais afetados devido a sua maior representatividade nos custos totais do sistema (55,67%), considerando o horizonte de 28 anos de produção. Da mesma forma, os custos com as operações mecanizadas apresentaram menor representatividade (0,88%), quando comparado com os custos dos insumos e da mão-de-obra (43,44%).

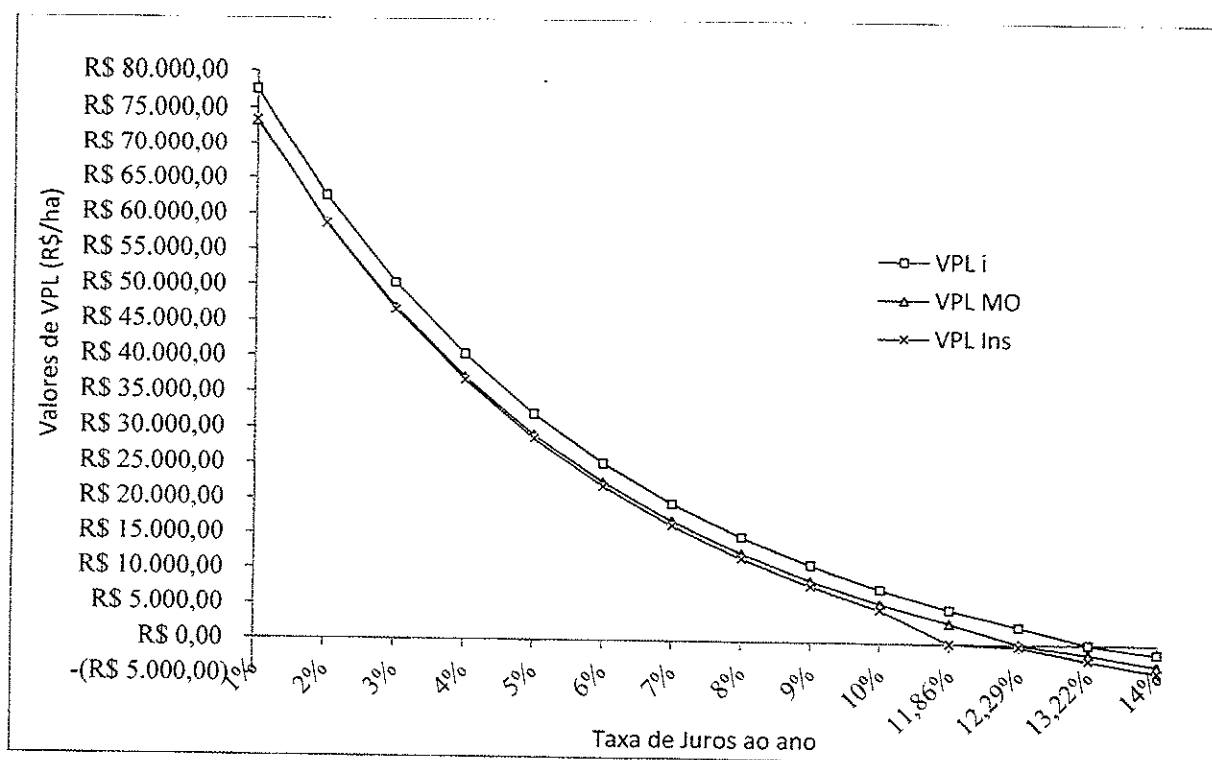


Figura 15. Comportamento do VPL em relação aos três cenários traçados para o sistema agroflorestal no município de Paragominas, PA.

Fonte: Dados da pesquisa.

Com o aumento do custo da mão-de-obra têm-se um de VPL igual a R\$ 37.083,72, uma TIR de 12,29% e um RB/C de 1,71; com esses valores o sistema ainda é viável economicamente.

Quando se aumenta os custos dos insumos em 14,14%, o sistema ainda permanece viável, porém os valores de VPL, TIR e RB/C diminuem, sendo eles respectivamente, R\$36.714,12; 11,86% e 1,70.

Devido a diferença nos preços da pimenta-do-reino (preta e branca), bem como da incerteza dos preços futuros e a importância que esta cultura representa nos anos iniciais do sistema, verificou-se que, para uma condição pessimista, haveria uma redução no preço de venda das duas pimentas do reino, ainda assim o sistema de produção permaneceu viável economicamente, considerando que os preços das demais culturas fiquem inalterados. Para uma condição otimista, onde a variação de aumento no preço da pimenta-do-reino preta e branca haveria um aumento no VPL de R\$ 1.966,48, a TIR iria para 14,06 e o RB/C de 1,86 (Tabela 13).

Tabela 13. Variação do VPL, TIR e RB/C em relação à variação no preço de venda da pimenta-do-reino preta e branca do SAF em Tomé-Açu, PA, 2010.

Condição	%	P. Preta	P. branca	VPL	TIR	RBC
Alteração nas pimentas	+0,2	R\$ 4,80	R\$ 7,80	R\$ 42.213,60	14,06	1,86
	0	R\$ 4,00	R\$ 6,50	R\$ 40.247,12	13,22	1,82
	-0,2	R\$ 3,20	R\$ 5,20	R\$ 38.280,64	12,45	1,78
Alteração P. preta	+0,2	R\$ 4,80	R\$ 6,50	R\$ 41.618,27	13,82	1,85
	0	R\$ 4,00	R\$ 6,50	R\$ 40.247,12	13,22	1,82
	-0,2	R\$ 3,20	R\$ 6,50	R\$ 38.875,97	12,66	1,79
Alteração P. branca	+0,2	R\$ 4,00	R\$ 7,80	R\$ 40.842,45	13,44	1,83
	0	R\$ 4,00	R\$ 6,50	R\$ 40.247,12	13,22	1,82
	-0,2	R\$ 4,00	R\$ 5,20	R\$ 39.651,79	13,00	1,81

Fonte: dados da pesquisa.

Nota-se na Tabela 14 que o sistema é sensível a variação do preço de venda para a cultura do cacau, pois com um cenário pessimista com a redução no preço do cacau, há uma queda de 70,65% no VPL, e no cenário mais otimista o aumento no preço do cacau ocasionou um aumento de 29,34% no VPL, com uma TIR de 15,27% e RB/C de 2,06.

Tabela 14. Variação do VPL, TIR e RB/C em relação à variação no preço de venda do cacau do SAF em Tomé-Açu, PA, 2010.

Variação no preço (%)	VPL	TIR	RBC
+0,2	R\$ 52.056,62	15,27	2,06
0	R\$ 40.247,12	13,22	1,82
-0,2	R\$ 28.437,63	10,96	1,58

Fonte: Dados da pesquisa.

5.2.3 Síntese dos sistemas de produção

Em relação ao custo de implantação de um hectare do sistema agroflorestal (SAF) constatou-se que o custo total é sete vezes maior (R\$ 16.408,67 /ha) que o custo total de implantação do reflorestamento com paricá (R\$ 2.343,23) (Tabela 15).

Conforme apresentado na Tabela 15, verifica-se que no SAF a maior representatividade dos custos está relacionada à aquisição de insumos (71,64%) e a menor com as operações mecanizadas (3,7%). Vale destacar ainda que no reflorestamento com paricá as operações mecanizadas se sobressaíram com 51,46% do custo total e as operações manuais equivalem a apenas 6,19%.

Tabela 15. Estrutura de custos de implantação dos dois sistemas de produção para um hectare, 2010.

Operações	Paricá		SAF	
	Custo total (R\$/ha)	Custo total (%)	Custo total (R\$/ha)	Custo total (%)
Manuais	144,96	6,19	4046,89	24,66
Mecanizadas	1205,80	51,46	606,67	3,70
Aquisição de insumos	967,46	41,29	11755,11	71,64
Total	2343,23	100	16408,67	100

Fonte: Dados da pesquisa.

A análise econômica dos sistemas de produção florestal de reflorestamento com paricá e o sistema agroflorestal (SAF) multiestratificado, baseada nos seus respectivos indicadores VPL (R\$ 3.182,42; R\$ 40.247,12), TIR (13,05%; 13,22%) e RB/C (1,15; 1,82) indica que os sistemas são viáveis economicamente considerando uma taxa de juros de 6,5% a.a. para o reflorestamento e 4% a.a. para o sistema agroflorestal.

Pela análise de sensibilidade (Figura 16) o sistema agroflorestal se apresenta mais sensível para todos os cenários avaliados: variação na taxa de juros (VPLi), aumento na mão-de-obra (MO), aumento no preço de insumos (VPLIns) e variação no preço de venda dos produtos (pimenta-do-reino e cacau). Isto ocorre devido a diversificação de culturas e consequentemente maior o gasto com insumos, principalmente para manter o nível de produtividade da pimenta, acelerar a produção do cacau e pela necessidade de mão-de-obra para operações manuais que o sistema requer durante todo o ano.

Para o reflorestamento com paricá, o sistema se mostra mais sensível ao aumento no preço de insumos e variação no preço de venda da madeira, devendo este ser igual ou maior do que R\$ 80,00/m³ para que a alternativa de investimento mantenha-se viável economicamente.

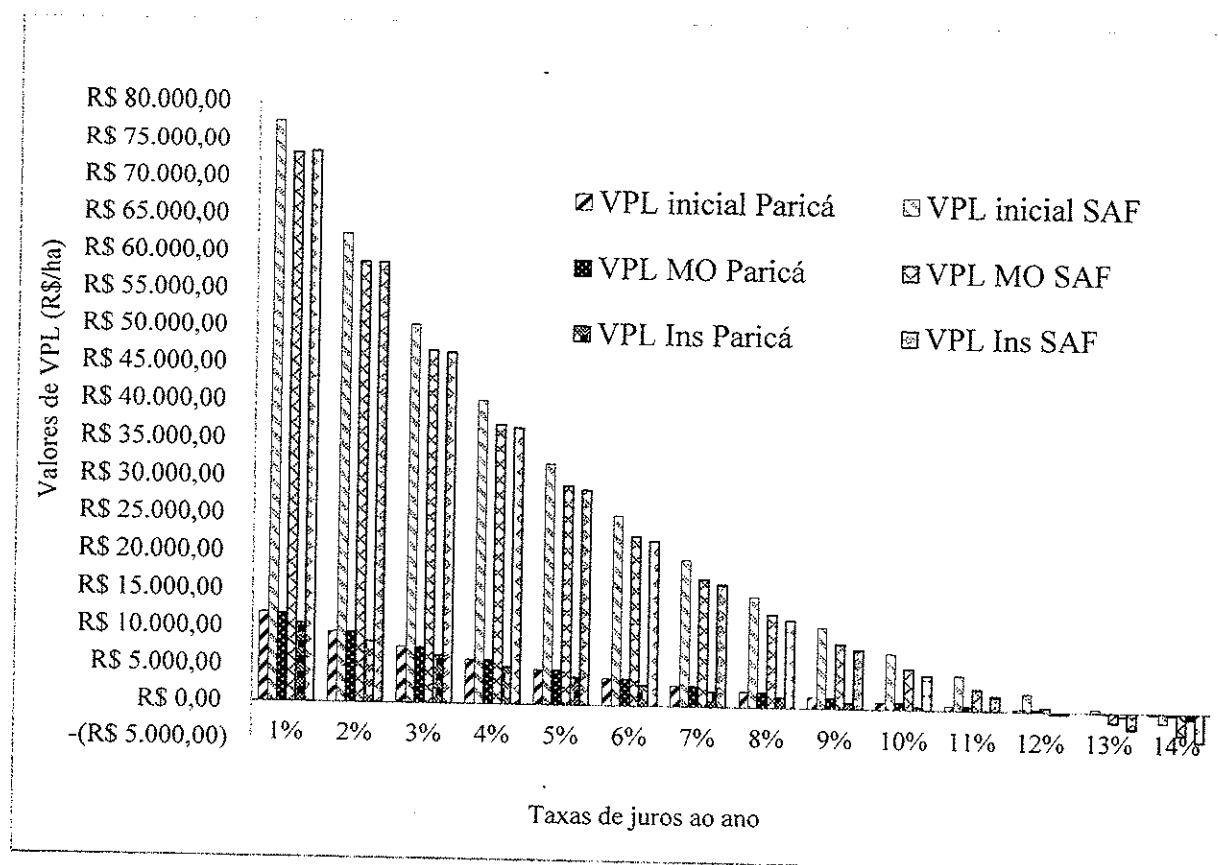


FIGURA 16. Comportamento do VPL dos dois sistemas de produção em relação aos três cenários, 2010.

Fonte: dados da pesquisa.

Os resultados da Tabela 16 mostram que os dois sistemas de produção apresentam comportamentos parecido em relação aos valores da TIR. Porém quando se volta a atenção para os valores de VPL nota-se que o SAF é mais sensível do que o reflorestamento com paricá. Ao analisar pelo RB/C, que é um índice importante na tomada de decisão para saber em qual atividade investir, percebe-se com base nos valores obtidos que o reflorestamento com paricá apresenta valores inferiores em relação ao SAF.

Tabela 16. Síntese da análise de sensibilidade com os três cenários para os dois sistemas de produção, 2010.

Análise de Sensibilidade	VPL		TIR		RB/C	
	Paricá	SAF	Paricá	SAF	Paricá	SAF
Taxas	R\$ 3.182,42	R\$ 40.247,12	13,05	13,22	1,15	1,82
MO	R\$ 3.108,80	R\$ 37.083,72	12,87	12,29	1,15	1,71
Ins	R\$ 2.374,39	R\$ 36.714,12	11,16	11,86	1,11	1,70

Fonte: Dados da pesquisa.

Tendo em vista que o paricá é uma espécie que apresenta bom comportamento silvicultural quando consorciada com outras culturas, e elevados preços de venda da madeira, a entrada do componente animal, ou outras culturas para compor o sistema, faria com que este investimento fosse mais atrativo economicamente, uma vez que a inclusão do componente animal ou de outras culturas iria diversificar e maximizar a produção, bem como possibilita a geração de emprego e de serviços ambientais adicionais, além de contribuir para a redução nos custos de manutenção e colheita do reflorestamento, características estas tipicamente relacionadas aos sistemas agroflorestais.

Sabe-se que os sistemas agroflorestais caracterizam-se por apresentar maior produtividade por unidade de área, fontes alternativas de renda, além de proporcionar maior demanda de mão-de-obra escalonada no tempo. E especificamente, a produção de cacau e pimenta-do-reino no sistema agroflorestal estudado, evidenciam ganhos de produtividade e são importantes fontes de renda do produtor, ressaltando-se que a receita da pimenta paga os investimentos iniciais de implantação do sistema.

5.3 ANÁLISE SOCIAL

No reflorestamento com paricá o número de empregos fixos e os sazonais giram em torno de 30 funcionários fixos e 10 sazonais que são contratados pela empresa nas etapas de plantio e colheita onde demanda maior quantidade de mão-de-obra.

Já no SAF este número gira em torno de 40 funcionários fixos e 20 sazonais. Os sazonais são contratados pelo produtor nas etapas de plantio, adubação e colheita que são atividades que demandam maior quantidade de mão-de-obra. No geral, o tempo médio de contratação da mão-de-obra sazonal é de três meses.

Além do número de empregos gerados pelos dois sistemas cabe destacar que no caso do SAF o diferencial é que parte da quantidade da mão-de-obra é feminina, devido ao tipo de trabalho efetuado, como a colheita de pimenta-do-reino que requer cuidados para não danificar a planta. Outra tarefa envolvendo mão-de-obra feminina é o amarrido da pimenta-do-reino visando o tutoramento, sendo que esta mão-de-obra é fixa por ser necessária durante todos os meses nos três primeiros anos da cultura.

Nos dois sistemas estudados 100% dos funcionários trabalham de carteira assinada. São considerados os encargos financeiros tanto do posto fixo como sazonais. Eles também ganham pela produção de acordo com o rendimento da operação que esta sendo exercida. Isto garante os direitos previstos para o trabalhador rural, como aposentadoria, férias remuneradas e auxílio desemprego.

Quando se utiliza os valores dos coeficientes técnicos para estes sistemas de produção, considerando que os funcionários trabalham 300 dias por ano como informado anteriormente, tem-se 298,92 homens que trabalham durante o ciclo todo (no horizonte de 28 anos) gerando em torno de 1 (um) emprego fixo ao ano por hectare para o reflorestamento com paricá. Para o SAF tem-se 1.255,60 homens que trabalham durante o ciclo todo (no horizonte de 28 anos) gerando em torno de 4 (quatro) empregos fixos ao ano por hectare. Esse valor confirma, mais uma vez, que este tipo de sistema de produção e as culturas utilizadas requerem muita mão-de-obra com distribuição de atividades durante todos os períodos do ano, gerando benefícios sociais (Tabela 17).

No reflorestamento com paricá observou-se que há cinco postos de trabalho com seus respectivos custos salariais incluindo os encargos sociais que são: encarregado de setor (R\$ 910,00) que é o encarregado de averiguar o andamento da produção direto no campo; tratorista classe 1 (R\$ 1.088,78) que é aquele que dirige os implementos mais pesados e requer uma mão-de-obra mais especializada; o tratorista classe 2 (R\$ 615,21) que dirige os

implementos mais leves; e os auxiliares de produção (R\$ 510,00) que participam ativamente de praticamente todas as etapas de produção. O quinto posto de trabalho foi considerado pela atividade de colheita que é preciso mão-de-obra especializada no caso da utilização da motosserra, mesmo sendo esta atividade terceirizada.

No SAF foi verificado que há cinco tipos de atividades distintas e com quatro tipos de salário por funções. São: operadores de máquina (R\$ 800,00); aplicadores de herbicidas (R\$ 720,00); os auxiliares de campo que executam tarefas que necessitam de mão-de-obra especializada como o tutoramento e colheita da pimenta-do-reino, poda e colheita do cacau, corte da bananeira e adubação (R\$ 600,00); e os demais auxiliares de campo (R\$ 510,00). As atividades que requerem habilidades são: tratorista, aplicador de herbicida, tutoramento e colheita da pimenta, poda e colheita do cacau.

Utilizando os coeficientes técnicos com seus respectivos postos de trabalho e sua renda, foi feita uma ponderação de renda para saber de quanto é o custo salarial gerado pelo sistema em média. O valor obtido do custo salarial para o reflorestamento com paricá foi de R\$ 588,65, e para o SAF foi de R\$ 570,10. Como se percebe, estes valores são próximos, porém estão acima do salário mínimo nacional de 2010 (R\$ 510,00).

Quanto à jornada de trabalho foi informado que os funcionários que desenvolvem atividades nestes sistemas de produção trabalham 220 horas no mês totalizando 300 dias de trabalho ao ano.

Tabela 17. Resultado da análise social dos dois sistemas de produção, considerando um horizonte de 28 anos, 2010.

Geração de emprego e renda	Paricá	SAF
Mão de obra adquirida total (Hd)	298,92	1.255,60
Emprego fixo gerado (ha/ano)	1	4
Renda média ponderada	R\$ 588,65	R\$ 570,10

Fonte: dados da pesquisa.

5.3.1 Conforto Laboral Proporcionado pela Empresa Responsável do Reflorestamento com Paricá

O transporte é realizado por meio de ônibus ou carro considerado adequado.

A empresa possui um alojamento na área do reflorestamento que consta de dormitórios, um refeitório, um responsável pela cozinha, banheiros e água potável.

Entre as jornadas de trabalho os funcionários fazem uma pausa de descanso fora do horário das refeições de 10 minutos mais ou menos por questão de ergonomia, respeitando as duas horas de almoço.

Observou-se que a empresa realiza pelo menos uma vez ao ano uma bateria de exames médicos de rotina para verificar as condições de saúde dos empregados. Quanto a problema de acidente durante o trabalho a empresa se responsabiliza por todas as despesas médicas, o que devido à utilização de equipamentos de segurança, orientações e treinamentos, o número de acidentes na área é mínimo.

Em relação à formação profissional a empresa realiza treinamentos especializados para que seus funcionários possam exercer suas atividades com conhecimento e segurança, atendendo as necessidades da empresa.

Quanto à alimentação observou-se que a carne por ser menos perecível, em geral são secas e defumadas para evitar contaminação. O fogão utilizado é a lenha e não tem um forno para que se possam fazer bolos ou pães.

Foi constatado a necessidade de algumas melhorias relacionadas às próprias instalações e ao lazer dos trabalhadores tais como: mais vasilhames (pratos, talheres, e outros utensílios domésticos essenciais numa cozinha básica), geladeira ou freezer para conservação de alimentos, maior variação nas refeições, além de um televisor e rádio.

Em geral o reflorestamento com paricá gera diretamente oportunidade de emprego, trabalho digno, produtivo, estabilidade, seguro, salários adequados e proteção social.

5.3.2 Conforto Laboral Proporcionado pelo Agricultor Responsável pelo Sistema Agroflorestal

O produtor tem um caminhão e um trator que levam os funcionários até a área, mas muitos funcionários preferem utilizar bicicleta pelo fato de morarem perto da área de trabalho. Foram considerados suficientes dentro da realidade apresentada uma vez que não há necessidade de deslocamento a grandes distâncias na propriedade.

Na área do SAF tem um barracão com banheiro, fogão e água potável para que os funcionários possam fazer suas refeições (marmitas que são trazidas de casa) o que atende as necessidades básicas do trabalhador.

Neste sistema de produção a jornada de trabalho é semanal, com descanso nos finais de semana, respeitando sempre os 300 dias trabalhados ao ano. Alguns trabalhadores moram na propriedade ou nas comunidades rurais relativamente próximas da área de trabalho.

O produtor auxilia os funcionários para que se mantenham saudáveis ou caso haja algum problema de acidente durante o trabalho. O produtor tem consciência de que um trabalhador bem instruído trabalha melhor e com mais cautela, por isso sempre há treinamentos dos funcionários para a execução das tarefas principalmente aquelas que requerem habilidades específicas como poda do cacau, aplicação de herbicida e colheita da pimenta. O próprio produtor busca através de leitura, cursos, participação em congressos e dias de campo, melhorar seus conhecimentos, aplicá-los na sua propriedade e difundi-los.

A visão do agricultor é de que o sistema agroflorestal tem lhe propiciado renda e segurança mesmo quando ocorrem turbulências econômicas e/ou ambientais devido a diversidade de culturas que lhe confere renda, melhoria da qualidade do solo, menor ataque de doenças, e dentre outros fatores, gerar direta e indiretamente oportunidade de emprego, trabalho digno, produtivo, estabilidade, seguro, salários adequados e proteção social.

5.4 ANÁLISE AMBIENTAL DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO (ANÁLISE EMERGÉTICA)

O diagrama sistêmico de energia foi elaborado para ambos os sistemas de produção de Paricá e de SAF. Na Figura 17 que contém os dados do sistema de Paricá, observa-se que há uma dependência de recursos da natureza (sol, chuva e vento) e da economia (insumos, mão-de-obra e dinheiro). Este sistema produz biomassa vegetal que interage com o solo, a produção e o armazenamento de água, ocorrendo deposição de matéria orgânica e por sua vez faz com que se mantenham as interações dos ciclos biogeoquímicos do sistema que também produzem serviços ambientais.

O fluxo simbolizado pelas linhas tracejadas representa o dinheiro que entra no sistema para pagamentos de insumos, mão-de-obra e financiamento, enquanto que os serviços ambientais produzidos pelo sistema são considerados gratuitos pela economia convencional, portanto não sendo contabilizados.

O fluxo de tracejado pontilhado representa as perdas de energia que fluem para fora do sistema. Estas perdas são originadas das interações, dos estoques, pessoas e dinheiro, e são consideradas energias degradadas. O fluxo de saída é a reta em destaque para dar ênfase aos produtos que estão saindo do sistema. No caso deste sistema o produto é a madeira.

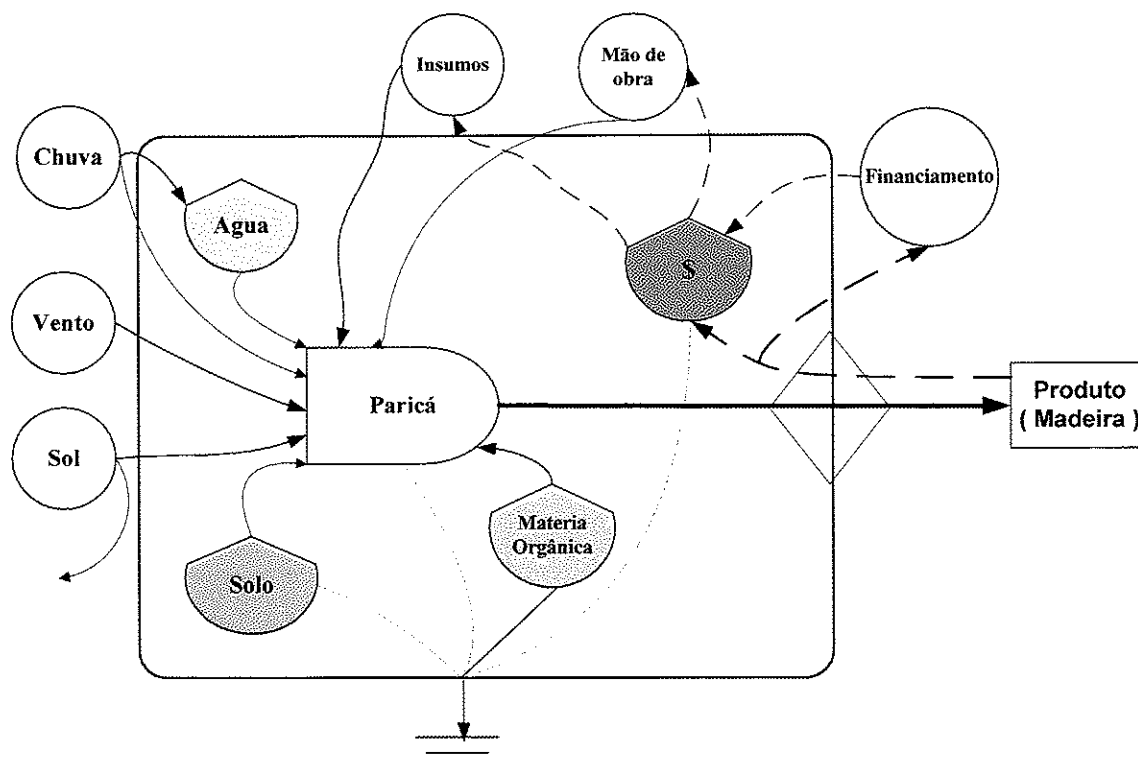


Figura 17. Diagrama sistêmico do reflorestamento de paricá no município de Paragominas, PA.

Fonte: Dados da pesquisa.

De acordo com Agostinho (2009), o dinheiro gasto com a energia e a matéria que entram no sistema, representa apenas o dinheiro gasto para extrair esses produtos da natureza, subestimando sua riqueza real. Somente a mão-de-obra e os serviços são pagos de acordo com a oferta e demanda da economia convencional.

No sistema de produção de SAF (Figura 18) os fluxos de entrada dos recursos da natureza e da economia são os mesmos do sistema anterior. O que difere são os componentes produtores, suas interações e os produtos que saem do sistema. Neste diagrama verifica-se que por se tratar de um sistema agroflorestal tem-se mais de uma cultura com diferentes funções, ocasionando uma produção de biomassa vegetal diferenciada.

No diagrama pode ser visto o estoque de matéria orgânica juntamente com espécies que são utilizadas para fazer sombreamento de outras culturas e o beneficiamento do milho e da pimenta-do-reino, pois o processo é realizado no campo dentro do sistema.

Quanto ao fluxo de saída do sistema nota-se que os produtos são não madeireiros, ficando o material vegetal no sistema para incorporação, agregando valor aos serviços ambientais produzidos.

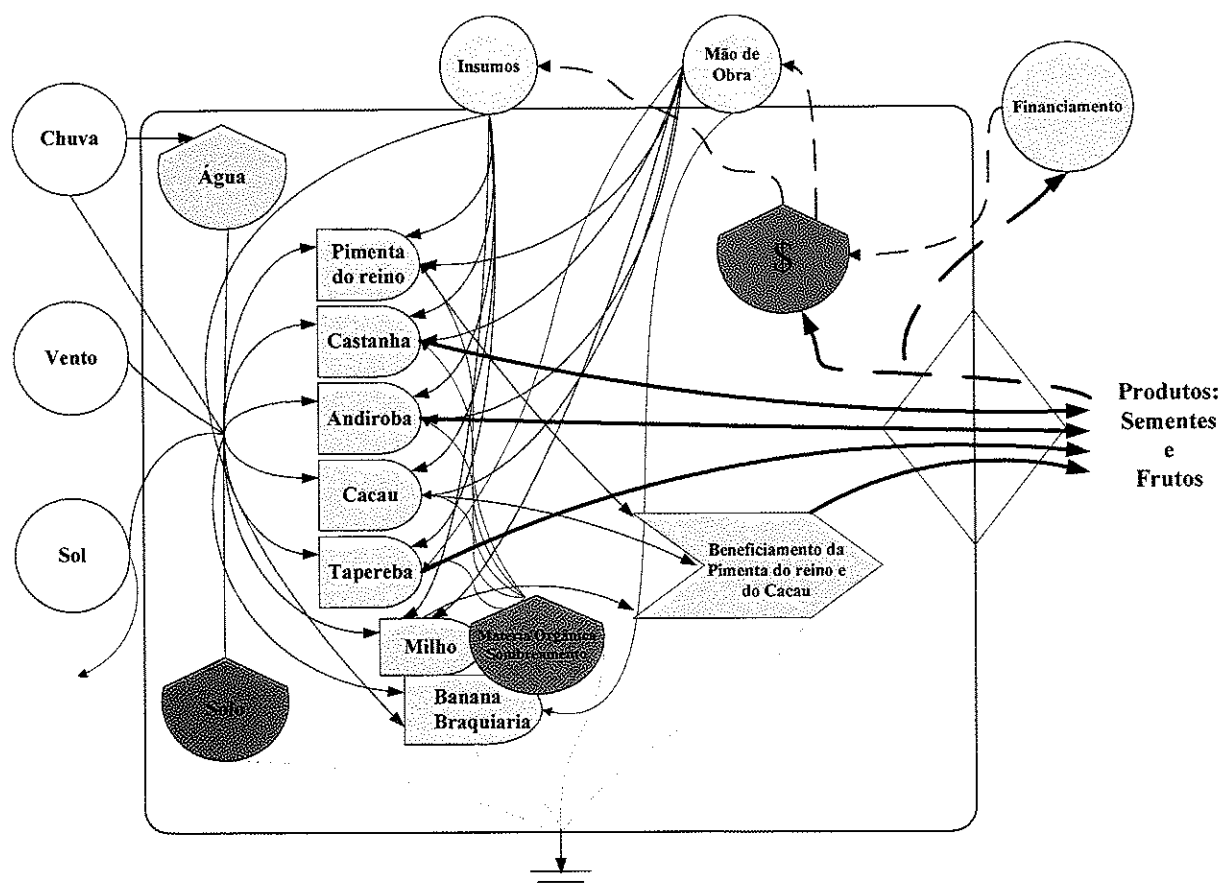


Figura 18. Diagrama sistêmico do sistema agroflorestal no município de Tomé-Açu, PA.
Fonte: dados da pesquisa.

Como os recursos da natureza (sol e chuva), estão interligados diretamente um com o outro, para não quantificar o mesmo recurso duas vezes, foi contabilizado apenas o recurso que contribui com o maior valor. E a perda de solo (erosão) foi considerada um recurso natural não renovável.

Nas Tabelas 18 e 19 estão apresentados os valores que representam todos os recursos renováveis, não renováveis e as contribuições econômicas de materiais e serviços de cada sistema e seus respectivos valores calculados para realizar a análise emergética.

No sistema de reflorestamento de paricá (Tabela 18) observamos que do total de energia do sistema ($1,610E+17$ sej/ha.ano), o recurso renovável chuva contribui com 69%, a contribuição da economia que se refere à percentagem de serviços é quase nula, a de materiais está relacionada ao calcário (6,26%), diesel (2,10%), fosfato natural (2,06%), aquisição de mudas (1,29%) e herbicidas (1,04%).

Tabela 18. Avaliação emergética do reflorestamento de paricá para o ano de 2010^A.

Nota	Contribuição	Fração renovável	Qtde	Unid./ha.ano	Transformidade sej/Unid.	Fluxo de energia [sej/ha.ano]	% do total de Y
Recursos Naturais Renováveis (R)							
1	Sol	1	2,32E+15	J	1,00	2,32E+15	1,44
2	Chuva	1	2,39E+12	J	4,70E+04	1,12E+17	69,73
Recursos Naturais Não Renováveis (N)							
3	Perda de solo	0	1,58E+11	J	1,24E+05	1,95E+16	12,13
Contribuição da Economia - Materiais (M)							
4	Muda	0,5	418,89	US\$	4,94E+12	2,07E+15	1,29
5	Calcário	0,01	6000	Kg	1,68E+12	1,01E+16	6,26
6	Fosfato natural	0,5	1000	Kg	3,32E+12	3,32E+15	2,06
7	Fertilizante (10, 0, 30)	0,01	680	Kg	2,00E+12	1,36E+15	0,85
8	Super simples	0	240	Kg	3,32E+12	7,97E+14	0,49
9	Irrigação	0,5	185250	J	6,89E+04	1,28E+10	0,00
10	Hidrogel	0,01	252,51	US\$	4,94E+12	1,25E+15	0,77
11	Herbicida	0,01	67,20	Kg	2,49E+13	1,67E+15	1,04
12	Formicida	0,01	60	Kg	2,49E+13	1,49E+15	0,93
13	Diesel	0,04	710940	Kg	4,75E+09	3,38E+15	2,10
14	Equipamentos e máquinas	0,01	121,62	kg	1,13E+13	1,37E+15	0,85
Contribuição da Economia - Serviços (S)							
26	Mão-de-obra simples	0,6	7,02E+07	J	4,00E+05	2,81E+13	0,02
27	Mão-de-obra especializada*	0,6	4,29E+07	J	1,20E+06	5,15E+13	0,03
Energia Total (Y):						1,610E+17	100

^A Os cálculos das quantidades e a fonte das transformidades utilizadas podem ser visualizadas no Apêndice C.

* Mão de obra especializada seria o tratorista ou serviços como aplicação de herbicida, podas e tutoramento das culturas que necessitam destas operações no sistema de produção.

A perda de solo representou 12,13% da energia total, isto é devido às intervenções com as operações mecanizadas realizadas desde o ano de implantação até a colheita, e depois da colheita realizada o solo fica exposto até o início de um novo ciclo produtivo. O ideal seria diminuir o número de realizações mecanizadas, adotar práticas silviculturais alternativas (espaçamento diferente, período de desbaste, dentre outros), bem como práticas conservacionistas para manter o solo o mais coberto possível. Porém, apesar do valor percentual da perda de solos no sistema não prejudicou o desempenho emergético, pois a renovabilidade do sistema está acima de 50%.

Os valores de contribuição da economia conferem com os custos econômicos, pois os solos da região são pobres e muito ácidos necessitando de grandes quantidades de corretivos a serem aplicados. Os custos do diesel têm influência, pois são muito utilizadas operações

mecanizadas, inclusive para aplicação de herbicidas. Outro fator que poderia melhorar a economia seria investir no melhoramento de materiais genéticos com características mais desejáveis e produtivos para sua localidade.

No sistema agroflorestal (Tabela 19) observa-se que do total de energia do sistema ($2,686E+17$ sej/ha.ano), 72,20% é referente ao recurso renovável chuva e 25,47% aos recursos da economia - materiais e serviços. No entanto, a percentagem de serviços é quase nula, pois a maior contribuição da economia está relacionada aos adubos (torta de dendê, torta de mamona), fertilizantes (10, 28, 20), calcário, aquisição de tutores e mudas. Apesar da maior contribuição dos adubos orgânicos, que têm uma percentagem de renovabilidade, ao contrário dos fertilizantes e do calcário que não apresentam esta característica.

Os valores de contribuição da economia também conferem com os custos econômicos, em relação aos custos de adubos, fertilizantes e corretivos, aquisição de tutores e mudas. O produtor poderia começar a produzir suas próprias mudas, utilizar alguma espécie como a gliricídia para fazer o tutoramento da pimenta-do-reino, e substituir o fertilizante (10, 28, 20), isso faria com que se elevasse a renovabilidade do sistema e reduzisse os custos econômicos.

A perda de solo representa apenas 1,47%, motivo este pelo tipo de sistema e manejo adotado que mantém o solo o mais coberto possível. Pois os componentes do sistema formam uma camada de cobertura morta, principalmente por causa das espécies para produção de biomassa e pouca utilização de operações mecanizadas.

Quando relacionamos os dois sistemas de produção, isto é, o reflorestamento com paricá e SAF, foi verificado que da energia total de cada sistema, o recurso natural renovável chuva foi responsável por 69,73% e 72,20%, respectivamente. Este é um resultado positivo do ponto de vista da sustentabilidade, pois indica que os sistemas se baseiam mais em recursos renováveis do que em recursos da economia porque seus valores estão acima de 50%.

Tabela 19. Avaliação emergética do sistema agroflorestal para o ano de 2010^A.

Nota	Contribuição	Fração Renovável	Qtde	Unid./ha.ano	Transformidade sej/Unid.	Fluxo de energia [sej/ha.ano]	% do total de Y
Recursos Naturais Renováveis (R)							
1	Sol	1	2,32E+15	J	1	2,32E+15	0,86
2	Chuva	1	4,13E+12	J	4,70E+04	1,94E+17	72,20
Recursos Naturais Não Renováveis (N)							
3	Perda de solo	0	3,18E+10	J	1,24E+05	3,95E+15	1,47
Contribuição da Economia - Materiais (M)							
4	Muda	0,5	1755,28	US\$	4,94E+12	8,67E+15	3,23
5	Sementes	0,5	38,31	US\$	4,94E+12	1,89E+14	0,07
6	Tutores	0	2320,95	US\$	4,94E+12	1,15E+16	4,27
7	Calcário	0,01	4000	Kg	1,68E+12	6,72E+15	2,50
8	Fosfato natural	0,5	458,5	Kg	3,32E+12	1,52E+15	0,57
9	Fertilizante (18,18,18)	0,01	337,5	Kg	2,10E+12	7,09E+14	0,26
10	Fertilizante (10,28,20)	0,01	3874,5	Kg	1,92E+12	7,46E+15	2,78
11	Compostagem residuo ind	0,6	66,66	m³	4,78E+12	3,19E+14	0,12
12	Casca de caranguejo	0,6	125	Kg	5,95E+06	7,44E+08	0,00
13	Farinha de osso	0,6	375	Kg	1,68E+12	6,30E+14	0,23
14	Torta de mamona	0,6	1458	Kg	6,90E+12	1,01E+16	3,75
15	Torta de dendê	0,6	1875	Kg	6,90E+12	1,29E+16	4,82
16	Cama de galinha	0,6	50	m³	2,96E+12	1,48E+14	0,06
17	Cloreto de potássio	0	500	Kg	2,92E+12	1,46E+15	0,54
18	Uréia	0	187,5	Kg	6,38E+12	1,20E+15	0,45
19	Sulfato de amônio	0	187,5	Kg	3,80E+12	7,13E+14	0,27
20	Sulfato de magnésio	0	469	Kg	3,80E+12	1,78E+15	0,66
21	Fio plástico para amarrio	0	87,65	US\$	4,94E+12	4,33E+14	0,16
22	Replântio	0	166,58	US\$	4,94E+12	8,23E+14	0,31
23	Herbicida	0,01	11,2	Kg	2,49E+13	2,79E+14	0,10
24	Diesel	0,04	165,75	Kg	4,75E+09	7,87E+11	0,00
25	Equipamentos e máquinas	0,01	2,28	Kg	1,13E+13	2,58E+13	0,01
Contribuição da Economia - Serviços (S)							
26	Mão-de-obra simples	0,6	2,09E+09	J	4,00E+05	8,36E+14	0,31
27	Mão-de-obra especializada*	0,6	8,93E+06	J	1,20E+06	1,07E+13	0,00
Emergia Total (Y):						2,686E+17	100

^A Os cálculos das quantidades e a fonte das transformidades utilizadas podem ser visualizadas no Apêndice C.

* Mão de obra especializada seria o tratorista ou serviços como aplicação de herbicida, podas e tutoramento das culturas que necessitam destas operações no sistema de produção.

Com relação ao recurso não renovável, perda de solos, em termos percentuais energéticos, esta perda no Paricá representa 12 vezes o valor do SAF, isto pode ocorrer devido ao fato do sistema requerer um elevado nível de atividades mecanizadas, e quando ocorre colheita há uma grande exportação de nutrientes deixando o solo exposto a chuva ocasionando processos erosivos.

No caso dos recursos da economia quem se destaca nos dois sistemas são os fertilizantes e corretivos de solo, o que também já era esperado. Com relação aos serviços, a mão de obra se mantém bastante discreta, com valores abaixo de 1% para os dois sistemas de produção estudados.

Os produtos comercializados pelos sistemas de produção florestal como fonte de renda e a energia produzida pelos mesmos podem ser vistos na Tabela 20.

Tabela 20. Produtos gerados e energia produzida pelos dois sistemas de produção florestal, 2010.

Produto	Produção (m³/4 ciclos) ¹	Valor Calórico do Produto (Kcal/Kg)	Energia Produzida (J/Kcal) ²
Reflorestamento do Paricá			
Madeira de paricá	800	4544	1,83E+13
Total			1,83E+13
Sistema agroflorestal			
Produto (frutos e/ou sementes)	Produção (Kg/ciclo)	Valor calórico do Produto (Kcal/Kg)	Energia Produzida (J/Kcal)
Milho	250,20	3500	3,67E+09
Pimenta-do-reino preta	1959,38	3470	2,85E+10
Pimenta-do-reino branca	556,88	3470	8,09E+09
Cacau	20116,95	9000	7,58E+11
Cajá	43265,00	700	1,27E+11
Andiroba	609,00	9531,51	2,43E+10
Castanha	16707,60	26140	1,83E+12
Biomassa - madeira	89523,09	1,51E+07	5,66E+15
Total			5,66E+15

¹ Produção de cada produto por há e no caso do reflorestamento a produção foi multiplicada por 4 para igualar o ciclo de 28 anos.

² Energia produzida = produção x valor calórico x fator de conversão (4186 J/Kcal).

Verifica-se que a energia produzida e a energia total do SAF (5,66E+15; 2,69E+17) é maior do que o reflorestamento com paricá (1,83E+13; 1,61E+17), estes valores demonstram que o SAF esta sendo mais eficiente em termos de transformação energética conseguindo agregar um maior valor aos seus produtos, de acordo com a contabilização energética (Tabela 20 e 21).

Esse resultado comprova o que Macedo (1993) cita ao se referir que “os SAFs baseiam-se no princípio ecológico denominado “biodinâmica da sobrevivência”, que otimiza o máximo aproveitamento da energia solar vital, através da multiestratificação diferenciada de uma grande diversidade de espécies de usos múltiplos, que exploram os perfis vertical e horizontal da paisagem, visando a utilização e recirculação dos potenciais produtivos dos ecossistemas”.

Tabela 21. Fluxos de energia dos dois sistemas de produção, 2010.

Fluxo de energia	Cálculo	Paricá	SAF	Unidade
Recursos da Natureza				
Recursos renováveis	R	1,15E+17	1,96E+17	(sej.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)
Recursos não renováveis	N	1,95E+16	3,95E+15	(sej.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)
Contribuição do ambiente	I=R+N	1,34E+17	2,00E+17	(sej.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)
Recursos da Economia				
Materiais	M	2,68E+16	6,75E+16	(sej.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)
	Mr	2,99E+15	1,98E+16	(sej.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)
	Mn	2,38E+16	4,77E+16	(sej.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)
Serviços	S	7,96E+13	8,47E+14	(sej.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)
	Sr	4,78E+13	5,08E+14	(sej.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)
	Sn	3,18E+13	3,39E+14	(sej.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)
Retorno da economia	F=M+S	2,69E+16	6,84E+16	(sej.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)
Energia total incorporada	Y=I+F	1,61E+17	2,69E+17	(sej.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)
Energia produzida	E	1,83E+13	5,66E+15	J/ha.ano
Índices energéticos				
Transformidade	Tr=Y/E	8,82E+03	4,74E+01	sej/J
Renovabilidade modificada	%R=100*(R+Mr+Sr)/Y	73,06	80,63	%
Razão de rendimento energético	EYR=Y/F	5,991	3,927	adimensional
Razão de investimento energético	EIR=F/I	0,200	0,342	adimensional
Razão de intercâmbio energético	EER=Y/(Receita x emdolar)*	0,270	0,161	adimensional
Razão de carga ambiental modificado	ELR= (N+Mn+Sn)/(R+Mr+Sr)	0,369	0,240	adimensional
Índice de Sustentabilidade Energética	ESI=EYR/ELR modificado	16,25	16,35	adimensional

*Índices energéticos modificados incluem o conceito de renovabilidade parcial de cada entrada no sistema.

**Emdolar (Brasil) = 4,94 USD (PEDROSO, 2009).

A transformidade avalia a intensidade da energia produzida pelo sistema, além de ser uma medida da posição do produto em termos de hierarquia energética. Sendo assim, o SAF pode ser considerado mais eficiente que o sistema de Paricá por apresentar um menor valor,

ou seja, são necessários $4,74E+01$ sej/J ou 47,4 Joules de energia solar original para produzir 1 Joule de energia do produto do SAF.

A renovabilidade emergética implica que quanto maior for este valor mais sustentável será o sistema, o SAF apresentou valor de 80,63% e o reflorestamento com paricá de 73,06%. Estes valores são maiores que os encontrados por Pedroso (2009) para um plantio de eucalipto (61,03%). Porém, o mesmo autor comparou com uma floresta manejada de 99,2%, comprovando que as florestas naturais têm uma renovabilidade alta, e que para outros sistemas o quanto mais próximo forem desse valor maior será a sua renovabilidade.

Num estudo realizado por Ambrosio et. al. (2005) numa fazenda com sistema de pecuária de corte em Paragominas, os autores encontraram uma renovabilidade de 49,50%, valor inferior quando comparado ao reflorestamento com paricá na mesma região.

Agostinho (2009) estudando uma área que possuía sistemas naturais de Cerrado e Floresta, e um sistema de seringueira, encontrou valores de 94%, 84% e 56%, respectivamente, e, no plantio de cana de açúcar uma baixa renovabilidade de 37%.

Albuquerque (2009) quando fez a comparação de três tipos de sistemas agrosilvipastoris conclui que a renovabilidade é fortemente determinada pelo índice pluviométrico da região do sistema estudado, e isto pode ser comprovado pelos sistemas pesquisados.

Segundo Brown e Ulgiati (2004) sistemas que se baseiam em recursos renováveis têm maior chance de prevalecer em longo prazo. Os resultados encontrados para os sistemas de produção florestal estudados, saf e paricá (80 e 73%) são positivos e mostram o potencial dos sistemas para serem sustentáveis em longo prazo.

A razão de investimento emergético (EYR) é o quanto de energia da natureza (gratuita) o sistema retorna ao setor econômico. Para os sistemas de produção estudados os valores encontrados mostram que ambos utilizam mais recursos da natureza do que os recursos da economia. Este índice mostra o quão vantajoso serão estes sistemas no futuro por não dependerem tanto de energia fóssil e mineral providas de fontes que estão se tornando cada vez mais escassas.

O valor de EYR para os sistemas estudados indica que estes sistemas podem ser classificados como sistemas ecológicos, pois pouco dependem de recursos não renováveis. Para o reflorestamento com paricá o valor de 5,991 indica uma alta contribuição para a economia de acordo com a classificação de Brown e Ulgiati (2004), isto pois cada unidade de economia o sistema contribui com 4,991 unidades da natureza. No caso do SAF o valor de

3,927 indica uma moderada contribuição para a economia, de acordo com Brown e Ulgiati (2004), pois a cada unidade de economia o sistema contribui com 2,927 unidades da natureza.

A diferença de classificação entre os sistemas de produção estudados pode ser devido ao fato do sistema de reflorestamento utilizar menores quantidades de insumos e o preço de venda do seu produto ser elevado quando comparado com os produtos do sistema agroflorestal.

Mesmo assim, ambos os sistemas são mais competitivos quando comparados com os resultados encontrados por Ambrosio et. al. (2005) que obtiveram um valor de 2,04 para um sistema de pecuária de corte em Paragominas; assim como os estudos realizados para monocultura de eucalipto por Pedroso (2009) no Vale do Jari na região Amazônica e Romanelli (2007) em São Paulo, ambos os sistemas com rotação de 7 anos. Estes autores encontraram valores de EYR de 2,68 e 2,54, respectivamente.

Por sua vez, Agostinho (2009) estudando a sustentabilidade da bacia hidrográfica dos rios Mogi-Guaçu e Pardo com diversos sistemas agrícolas de monocultivo, encontrou um valor de EYR abaixo de 2, indicando que os sistemas estudados pelo autor possuíam modelos convencionais de produção agrícola e que dependiam de usos excessivo de produtos derivados do petróleo.

A razão de investimento emergético (EIR) avalia se o sistema utiliza a energia investida de maneira eficiente, portanto baixos valores indicam que o sistema utiliza mais recursos da natureza, menor custo de produção e bom desempenho no mercado. Verificou-se que os sistemas estudados utilizam de forma eficiente os recursos da natureza, ou seja, são necessárias 0,20 e 0,34 unidades da economia para cada unidade de energia provinda da natureza, tanto para Paricá quanto para SAF.

Os autores Pedroso (2009) e Romanelli (2007) encontraram valores acima de 0,60, mostrando que o sistema de Paricá e SAF está sendo mais competitivo e mais sustentável do ponto de vista emergético.

Schmitt (2009) avaliando uma propriedade de produção agroecológica do município de Descanso, SC, encontrou um valor de EIR (0,34) igual ao do SAF; e Ambrosio et. al. (2005) obteve um valor de 0,96 para o sistema de pecuária de corte em Paragominas.

A taxa ou razão de intercâmbio emergético (EER) para o Paricá (0,27) quanto para SAF (0,17) indicam que os produtores estão em vantagem, recebendo mais energia na forma de dinheiro do que o sistema está entregando na forma de produto. Cuadra e Ryberg (2000; 2006) consideram que este valor pode ser utilizado para estimar o preço de equilíbrio do

produto produzido, ou seja, este valor deveria ser multiplicado pelo preço atual do produto. Esta seria uma forma de contabilizar os serviços produzidos pelo sistema.

Em relação à razão de carga ambiental (ELR), este índice indica a pressão que o sistema de produção exerce sobre o meio ambiente e para os dois sistemas os valores encontrados estão abaixo de 2, portanto têm uma baixa pressão sobre o meio ambiente. Isto implica dizer que para cada unidade de energia renovável utilizada pelo sistema, são necessárias 0,369 (Paricá) e 0,24 (SAF) unidades de energia não renovável.

Albuquerque (2009), quando comparou três sistemas silvipastoris encontrou uma carga ambiental quase nula (0,16) quando comparadas com os sistemas de pastagem convencional (de 6,27 a 10).

O índice de sustentabilidade emergética (ESI) indica uma relação de benefício custo, relacionado à carga ambiental, e os sistemas estudados tiveram índices acima de 10, foram 16,25 e 16,35 respectivamente para Paricá e SAF. O ESI confirma os resultados da EYR e ELR já apresentados anteriormente, que mostra que estes sistemas estão em início de processo de industrialização contribuindo para a economia sem afetar o meio ambiente.

Os valores encontrados para os sistemas de estudo tem contribuição superior ao encontrado por Pedroso (2009) para o plantio de eucalipto (4,19), em compensação o valor da floresta natural foi de $3,51E+04$ uma contribuição bem considerável.

A sustentabilidade em longo prazo é atribuída para ambos os sistemas de produção florestal por terem uma alta renovabilidade, baseada no recurso natural renovável que é a pluviosidade. E os indicadores razão do rendimento emergético (EYR), do investimento emergético (EIR), de carga ambiental (ELR) e intercâmbio emergético (EER) comprovam a eficiência e a sustentabilidade dos sistemas estudados por utilizarem mais recursos da natureza, uma vez que são fornecidos produtos e serviços com baixa pressão ambiental e contribuirão com a economia.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Diante das condições estabelecidas na pesquisa, na mesma ordem com que os resultados foram analisados e discutidos pode-se concluir que os sistemas de produção florestal, identificados e caracterizados como reflorestamento puro monoespecífico com paricá e o sistema agroflorestal multiestratificado, foram considerados sustentáveis do ponto vista socioeconômico e ambiental.

A análise emergética apresentou-se como uma metodologia eficiente para inferir sobre a sustentabilidade em longo prazo dos sistemas de produção florestal, o que poderá subsidiar estudos e formulação de políticas públicas por meio do uso de indicadores de sustentabilidade, devendo ressaltar ainda a necessidade de se adotar as avaliações econômicas e sociais para corroborar as tomadas de decisão.

Constatou-se ainda neste estudo, que se deve considerar uma margem de risco devido aos fatores externos da economia ou ambiental, como a incidência de pragas e doenças ou mudanças no setor da economia florestal. Ao considerar os fatores externos ambientais o reflorestamento monoespecífico, seja com espécies nativas ou não, passa a ser mais sensível.

Diante do exposto, para o reflorestamento com paricá é necessário um estudo mais detalhado de estruturação dos custos de colheita, seguido de nova análise econômica que permita aferir o comportamento dos indicadores econômicos, e ainda considerar a adoção de alternativas silviculturais como o uso de espaçamentos mais adensados, realização de sistemas de desbaste, bem como a opção pelos consórcios com culturas anuais ou com animais. Dessa forma, poderia ser percebidos aumentos nas receitas e geração de emprego no sistema que será favorável também ao desenvolvimento regional sustentável⁷.

Espera-se que estes sistemas sirvam como modelo de sistemas alternativos para uso em áreas alteradas da Amazônia por atenderem aspectos socioeconômicos como geração de emprego e renda local e regional, por ofertar produtos sustentáveis, madeireiros e não madeireiros, para o mercado nacional e internacional.

Neste contexto, os sistemas estudados têm um foco importante para apoio aos programas de difusão e disseminação no estado do Pará, através do fortalecimento de linhas de crédito específicas para implantação destes sistemas em particular, e por serem alternativas aos programas de governo para contribuir com o desenvolvimento da agricultura familiar, conservação da floresta em pé, manejo e uso sustentável da agrobiodiversidade, já que são capazes de gerarem emprego e renda sem destruir a floresta, principalmente se considerar a

⁷ Já que Paragominas está entre os cinco primeiros municípios que se destacaram na geração de postos de trabalho no mês de setembro de 2010, segundo o Dieese/PA.

remuneração pelos serviços prestados em termos de controle e ciclagem de água, sumidouro de carbono, manutenção da biodiversidade e recuperação de áreas degradadas.

Porém faz-se necessário, maiores investimentos em pesquisa agroflorestal, projetos e programas de melhoramento genético para elevar a rentabilidade e valorização de madeiras das essências nativas e dos serviços ambientais, sendo fundamentais para aumentar a atratividade do uso desses sistemas de produção na Amazônia.

7 REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, F. D. R. **Uso de análise emergética e sistema de informação geográficas no estudo de pequenas propriedades agrícolas**. 2005. 252 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP. 2005.
- AGOSTINHO, F.D.R. **Estudo da sustentabilidade dos sistemas de produção agropecuários da bacia hidrográfica dos rios Mogi-Guaçu e Pardo através da análise emergética**. 2009. 204f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP. 2009.
- ALBUQUERQUE, T. C. **Avaliação emergética de propriedades agrosilvipastoris do Brasil e da Colômbia**. 2006. 195f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP. 2006.
- ALMEIDA, O. T.; UHL, C. Planejamento de uso do solo de um município na Amazônia Oriental utilizando dados econômicos e ecológicos. IN: ALMEIDA, O.T. (Org.). **A Evolução da Fronteira Amazônica: Oportunidades para o Desenvolvimento Sustentável**. Porto Alegre. Edições Caravelas, 1996. p.139.
- AMBROSIO, L.A.; PERES, F.C.; DE ZEN, S.; ICHIHARA, S.M. Sustentabilidade Econômica e Ambiental dos Sistemas de Produção Agrícola de Três Regiões Brasileiras. **Cadernos da FACECA**. Campinas, SP. v. 14, n. 2, p. 173-182, jul./dez. 2005.
- ARCO-VERDE, M.F. **Sustentabilidade Biofísica e Socioeconômica de Sistemas Agroflorestais na Amazônia Brasileira**. 2008. 188f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR. 2008.
- BANCO DA AMAZÔNIA. **Plano de aplicação dos recursos para 2010** – Estado do Pará. Belém, 2010. Disponível em: <http://www.bancoamazonia.com.br/bancoamazonia2/plano_aplicacao.asp>. Acesso em: junho/2010.
- BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO – BNDES. **Nota Técnica 02** Mapeamento, metodologia de identificação e critérios de seleção para políticas de apoio nos Arranjos Produtivos Locais – Pará. IN: Projeto Análise do Mapeamento e das Políticas para Arranjos Produtivos Locais no Norte, Nordeste e Mato Grosso e dos Impactos dos Grandes Projetos Federais no Nordeste. 29p. 2010. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Galerias/Arquivos/empresa/pesquisa/Mapeamento_PA.pdf>. Acesso em: agosto/2010.
- BASTOS, T. X.; SILVA, G. F. G. da; PACHECO, N. A.; FIGUEIREDO, R. O. **Informações Agroclimáticas do Município de Paragominas para o Planejamento Agrícola**. s/d. Disponível em: <<http://www.cbmet.com/cbm-files/14-ba598d933112b1c2d224097080cee212.pdf>>. Acesso em: agosto de 2009.

BECKER, B. K. Síntese do processo de ocupação da Amazônia – Lições do passado e desafios do presente. IN: **Causas e Dinâmica do Desmatamento na Amazônia**. Ministério do Meio Ambiente – Brasília. 436 p. 2001.

BENE, J.G.; BEAL, H.W.; COTE, A. **Trees food and people: Land management in the tropics**. Ottawa, Canadá: International Development Research Centre, 1977. (Report IDRC – 084e).

BOLETIM AGROMETEOROLÓGICO de 2008 para Tomé-Açu, PA. **Documentos**, 361. EMBRAPA Amazônia Oriental. Belém. 36p.

BRASIL. CONGRESSO NACIONAL. Relatório Parcial da Comissão Mista Especial Sobre Mudanças Climáticas. Brasília. Maio, 2007. Disponível em: <http://www.idecri.org.br/pgcbr/novopgc/biblioteca/1RelatorioParcial%20_%2023_05_2007VERSAO5.pdf>. Acesso em: 24/08/2008.

BRASIL. TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO (TCU). Amazônia Legal e emissão de gases de efeito estufa. Relator Ministro Aroldo Cedraz. **Relatório**. Brasília:TCU, 2009. 60p. Disponível em: <http://portal2.tcu.gov.br/portal/page/portal/TCU/comunidades/biblioteca_tcu/biblioteca_digital/Amaz%C3%B4nia%20legal%20e%20emiss%C3%A3o%20de%20gases%20de%20efeito%20estufa_1.pdf>. Acesso em: 23/05/2010.

BRASIL. GOVERNO BRASILEIRO. Panorama: Desmatamento na Amazônia tem Queda Histórica. 2010. Disponível em:<<http://www.cop15brazil.gov.br/pt-BR/?page=panorama/plano-nacional-sobre-mudana-a-do-clima>>. Acesso em: 02/05/2010.

BROWN, M.T.; ULGIATI, S. Emergy analysis and environmental accounting. **Encyclopedia of Energy**. v 2. 2004.

BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos**. Rio de Janeiro: Campus, 1984.

CAPRA, F. **A Teia da Vida** – Uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. Tradução Newton Roberval Eicheberg. Editora Cultrix. São Paulo. 256p. 1996.

CARVALHO, G., BARROS A.C., MOUTINHO P., NEPSTAD D. Sensitive development could protect Amazonia instead of destroying it. **Nature** 409, p. 131. 2001.

CARVALHO, P.E.R. Paricá _ Schizolobium amazonicum. **Circular Técnica** - EMBRAPA, n.142. 8p. Colombo, PR. novembro/2007.

CASAROTTO FILHO, N. & KOPITKE, B. H. **Análise de investimento**. Editora Atlas. 9ª ed. São Paulo. 458 p. 2000.

COMITÊ INTERMINISTERIAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA – CIMC. Plano Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC. Governo Federal do Brasil. Brasília, 2008. 132p.

COMAR, M.V. **Avaliação emergética de projetos agrícolas e agro - industriais no Alto Rio Pardo: a busca do Desenvolvimento Sustentável**. 1998. 197f. Tese (Doutorado em

Engenharia de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP. 1998.

COMBE, J. Agroforestry techniques in tropical countries potential and limitations. **Agroforestry Systems on Internacional Journal**. Boston, v.1. p 37-51, 1982.

COMBE, J.; BUDOWSKI, G. Classification de las tecnicas agroforestales: una revision de literature. IN: ACTAS. **Sistemas Agro-Florestales em América Latina**. Turrialba: CATIE. 1979. p. 17-48.

COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE; PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO; ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. Emprego, Desenvolvimento Humano e Trabalho Decente. IN: Emprego, Desenvolvimento Humano e Trabalho Decente: a Experiência Brasileira Recente. Brasília: **RELATÓRIO** (Projeto CEPAL/PNUD/OIT), setembro de 2008, p.76-97. 2008.

CORDEIRO, I. M.C.C. **Comportamento de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby e *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Smith) Coppens & Leal sob diferentes sistemas de cultivo no município de Aurora do Pará (PA)**. 2007. 115f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias). Belém, PA. UFRA. 2007.

CRUZ, E. R. **Risco em modelos de decisão na agricultura**. Brasília: Embrapa, 1984.

CUADRA, M., RYDBERG, T. Emergy evaluation of the environment and economy of Nicaragua. IN: Proceedings of 1st Biennial Emergy Conference, Emergy Synthesis 1, Theory and applications of the emergy methodology. Center for Environmental Policy, Department of Environmental Engineering Sciences, University of Florida, Gainesville, FL. 2000.

CUADRA, M., RYDBERG, T. Emergy evaluation on the production, processing and export of coffee in Nicaragua. **Ecological Modelling**, 196: 421-433. 2006.

DOSSA, D.; CONTO, A. J. de; RODIGHERI, H.; HOEFLICH, V. A. Aplicativo com análise de rentabilidade para sistemas de produção de florestas cultivadas e de grãos. **Documentos**, 39. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2000. 56p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Brasília: 2000.

FERREIRA, A. M. M.; SALATI, E. Forças de transformação do ecossistema amazônico. **Revista Estudos Avançados** 19: 25-44. 2005.

FERREIRA, C.A.; SILVA, H.D. **Formação de povoamentos florestais**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2008. 109p.

FORLINE, L. As Várias Faces da Amazônia: Migrações, Deslocamentos e Mobilidade Social na Região Norte. IN: AMAZÔNIA: INTERESSES E CONFLITOS. **Reportagem**. 2000. Disponível em:< <http://www.comciencia.br/reportagens/amazonia/amaz8.htm>>. Acesso em: 28 de abril de 2010.

GAMA, M. de M. B. **Análise técnica e econômica de sistemas agroflorestais em Machadinho D'Oeste, Rondônia.** 2003. 112f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Viçosa: UFV. 2003.

GIANNETTI, B. F., BARRELLA, F. A., ALMEIDA, C. M. V. B. A combined tool for environmental scientists and decision makers: ternary diagrams and emergy accounting, **Journal of Cleaner Production**.14, 201-210. 2006.

HOFFMANN, R.; SERRANO, O.; NEVES, E. M.; THAME, A.C.; ENGLER, J.J.C. **Administração da empresa agrícola.** 3ed. São Paulo: Pioneira, 1987. 325p.

HOMMA, A. K. O. Dinâmica dos sistemas agroflorestais: o caso da Colônia Agrícola de Tomé-Açu, Pará. **Revista do IESAM**, Belém, v. 2, n. 1/2, p. 57-65, 2004.

HOMMA, A.K.O. Dinâmica dos sistemas agroflorestais: o caso dos agricultores nipobrasileiros em Tomé-Açu, PA. IN: AMAZÔNIA. UFPA, 1995. 189p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Mapa dos municípios. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: setembro/2009.

INTERNATIONAL COUNCIL for RESEARCH in AGROFLORESTY - ICRAF. **Resources for agroforestry diagnosis and design.** (Working paper 7). ICRAF. Nairobi, Kenya. 292p. 1983.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, SOCIAL E AMBIENTAL DO PARÁ – IDESP. Tabelas de PIB Municipal de 2007. Disponível em: <http://www.pa.gov.br/portal/idesp/downloads/1612-tabelas_pib_municipal_2007.pdf>. Acesso em: 28/08/2010.

INSTITUTO NACIONAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA – INEE. Projeto Carvão Verde - Unidade Industrial do Assentamento da Fazenda São Domingos, Conceição de Macabu. 2008. Disponível em: <http://www.inee.org.br/biomassa_carvao.asp>. Acesso em: out/2009.

INSTITUTO OBSERVATÓRIO SOCIAL. Trabalho Escravo No Brasil: O drama dos carvoeiros, a responsabilidade das siderúrgicas, a campanha para a erradicação. **Observatório Social em Revista.** nº 6, junho, 2004. 64p.

JOUE, P.; TALLEC, M. Une method d'étude des systems agraires en Afrique de l' Ouest par l'analyse de la diversité et de La dynamique des agroecosystèmes villageois. IN: SYMPOSIUM INTERNACIONAL RECHERCHES-SYSTÈME EM AGRICULTURE ET DÉVELOPPMENT RURAL, 1986. Montpellier. **Anais...** Montpellier: Cirad, 1986. P.185-192.

KAMIYA, D. de S.; ORTEGA, E. Análise emergética online para certificação participativa de alimentos. **Revista Brasileira de Agroecologia.** v.2, n.1, p.148-151. fev. 2007.

LIEBER, Renato Rocha. **Teoria de Sistemas.** UNESP, Campinas, 2001. 23 p.

LIMA JUNIOR, V.B. **Determinação da taxa de desconto para uso na avaliação de projetos de investimento florestal**. 1995. 90f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). UFV, 1995.

LOPES, S. B. **Arranjos institucionais e a sustentabilidade de sistemas agroflorestais: uma proposição metodológica**. 2001. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural). Porto Alegre. UFRGS. 2001.

LOPES, S. B.; ALMEIDA, J. Methodology for comparative analysis of sustainability in agroforestry systems. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. Mar 2003, vol.41, n.1, p.183-208.

LOUREIRO, V. R. **Amazônia: Estado, Homem e Natureza**. Belém: CEJUP, 1992. 367p.

MACDIKEN, K.G.; VERGARA, N. T. **Agroforestry: classification and management**. New York: John Wiley & Sons. 1990. 382p.

MACEDO, R. L. G. Conservação e utilização sustentável da biodiversidade tropical através de sistemas agroflorestais. IN: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS SOBRE O MEIO AMBIENTE, 4. **Anais...** Cuiabá, UFMT. 1993. p. 245-250.

MACEDO, R. L. G.; VALE, A.B. do; VENTURIN, N. **Eucalipto em sistemas agroflorestais**. Lavras:UFLA. 2010. 331p.

MANESCHY, R. Q. **Potencial e viabilidade econômica dos sistemas silvipastoris no estado do Pará**. 2008. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias). Belém: UFRA. 2008.

MARTINS, D.; BRANCO, R.; SOUZA, E. **Plano Safra Florestal do Estado do Pará – 2010**. Belém: IDEFLOR/FAPESPA, 2010. 44p.

MARZALL, K.; ALMEIDA, J. O Estado da Arte sobre Indicadores de Sustentabilidade para Agroecossistemas. IN: Seminário Internacional sobre Potencialidades e Limites do Desenvolvimento Sustentável. **Anais...** Santa Maria – RS, Universidade Federal de Santa Maria, novembro de 1999.

MENDES, F. A. T. Avaliação de modelos simulados de sistemas agroflorestais em pequenas propriedades cacaueiras selecionadas no Município de Tomé Açu, no Estado do Pará. **Informe Gepec**.v.7, n. 1, 2003.

MENDES, T. M. **Economia do cacau na Amazônia**. Belém: UNAMA. 2005. 249p.

MENDES, F.A.T.; Análise econômica e financeira do projeto pimenta longa nos estados do Pará e Rondônia. Belém:Embrapa Amazônia Oriental. 1999. 23p.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO. Mutirão Arco Verde e Terra Legal: regularização, cidadania e conservação da Amazônia. **Relatório de consultoria**. Disponível em:<http://www.portal.mda.gov.br/arcoverde/pageflip/pageflip-view?pageflip_id=2345300>. Acesso em: 30/04/2010.

- MOURA, L. G. V. **Indicadores para avaliação da sustentabilidade em sistemas de produção da agricultura familiar: o caso dos fumicultores de Agudo, RS.** 2002. 249f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural). Porto Alegre: UFRGS. 2002.
- MONTAGNINI, F. et. al. **Sistemas agroflorestais: principios e aplicaciones en los trópicos.** São José, Costa Rica:OET. 1992. 622p.
- NAIR, P. K. R. **Agroforestry systems in the tropics.** Dordrecht: Kluwer Academic. 1989 664p.
- NEIS, A. M.; MOSCA, S. H. B.; ALMEIDA, C. M. V. B. de; GIANETTI, B. F. Contabilidade ambiental em energia do sistema de produção de fibra de sisal: avaliação de sustentabilidade. IN: XXVII ENCONTRO NCAIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Foz do Iguaçu, PR. outubro de 2007. 10p.
- NEPSTAD, D. C. et al, Road paving, fire regime feedbacks, and the future of Amazon forests. **Forest Ecology and Management**, v.154, n. 3, p. 395- 407. 2001.
- NEPSTAD, D. C.; STICKLER, C. M.; ALMEIDA, O. T. Globalization of the Amazon Soy and Beef Industries: Opportunities for Conservation. **Conservation Biology**, 20 (6), p. 1595-1603. 2006.
- ODUM, H.T. **Systems Ecology: an introduction.** New York: John Wiley & Sons. 644 p. 1983.
- ODUM, H.T. **Environmental Accouting: Emergy and Environmental Decision Making.** New York: John Wiley & Sons. 384 p. 1996.
- ODUM, H.T.; BROWN, M. T.; BRANDT-WILLIAMS, S. L. Handbook of Emergy Evaluation: A Compendium of Data for Emergy Computation Issued In a Series of Folios. **Folio 1.** Introduction and Global Budget. Center for Environmental Policy. University of Florida, Gainesville, Florida, USA. 2000.
- OHASHI, S. T. **Variabilidade genética e fenotípica entre procedências de Paricá - *Schizolobium parahyba* var *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby visando seleção de materiais genéticos para sistemas agroflorestais.** 2005. 106p. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém. 2005.
- ORGANIZAÇÃO RÔMULO MAIORANA – ORM. Reserva subterrânea de água da Amazônia pode ser o maior do mundo. **Redação On Line.** 19/04/2010. Disponível em: <http://www.orm.com.br/plantao/noticia/default.asp?id_noticia=466923>. Acesso em: 01/05/2010.
- ORTEGA, E. Introdução aos diagramas de fluxo de energia em ecossistemas, conceitos básicos de eficiência sistêmica e fórmulas de cálculo energético que serão utilizadas no diagnóstico sócio-ambiental. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Unicamp. Fevereiro de 2002. Disponível em: < <http://www.unicamp.br/fea/ortega/plan-disc/TA530-1a.htm>>. Acesso em: 25/07/2009.

ORTEGA, E. Engenharia Ecológica: conceitos básicos e importância do trabalho de H. T. Odum. IN: Engenharia Ecológica e Agricultura Sustentável. Enrique Ortega (Organizador). Campinas, SP. 2003. Disponível em: <<http://www.fea.unicamp.br/docentes/ortega/livro/index.htm>>. Acesso em: 25/07/2009.

ORTEGA, E., CAVALETT, O., BONIFÁCIO, R., WATANABE, M. Brazilian Soybean Production: emergy analysis with an expanded scope. **Bulletin of Science, Technology & Society**, 25:323-334. 2005.

PARÁ. GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ. Limites e oportunidades para o desenvolvimento rural sustentável no Pará. IN: I CONFERÊNCIA ESTADUAL DE DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL E SOLIDÁRIO. Disponível em: <http://www.conasems.org.br/files/Apresentação_Conferencia_DRS.ppt>. Acesso em: junho/2009.

PLANO AMAZÔNIA SUSTENTÁVEL – PAS. **Diretrizes para o desenvolvimento sustentável da Amazônia Brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente - MMA, 2006.

PLANO DE AÇÃO PARA A PREVENÇÃO E CONTROLE DO DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA LEGAL – PPCDAm. Brasília, DF. 2004. 156p.

PEDROSO, K.B. **Sustainability assessment of two forest production systems in the Brazilian Amazon**. 2009. 140p. Master of Science in European Forestry Erasmus Mundus. University of Freiburg. 2009.

PLANO NACIONAL DE SILVICULTURA COM ESPÉCIES NATIVAS E SISTEMAS AGROFLORESTAIS – PENSAF. Brasília. Out 2006. 38p.

PONTES Jr, F.; CASTRO, E.; ARAUJO, R.; MENESES, M. A.; MEDEIROS, P. Terra do Meio: Poder, Violência e Desenvolvimento. **Idéias e Debates**. Número 7, março de 2004, Museu Paraense Emílio Goeldi, Coordenação de Pós-graduação. 2004.

PORTAL AMAZÔNIA. Disponível em: <<http://portalamazonia.globo.com/pscript/amazoniadeaaz/artigoAZ.php?idAz=15>>. Acesso em: março/2009.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PARAGOMINAS. Distrito industrial moveleiro. Postado em 12.03.2009. Disponível em: <<http://www.paragominas.pa.gov.br/>>. Acesso em: 12 jan 2010.

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. **Análise econômica e social de projetos florestais**. Viçosa: UFV. 2ª Edição. 2008. 386 p.

RICKLEFS, R.E. **A Economia da Natureza**. Editora Guanabara Loogan S.A. Rio de Janeiro. 2003. 503p.

ROSA, L. dos S. **Limites e possibilidades do uso sustentável dos Produtos madeireiros e não madeireiros na Amazônia Brasileira: o caso dos pequenos agricultores da vila Boa Esperança, em Moju, no estado do Pará**. 2002. 320p. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido). NUMA/UFPA. Belém, PA. 2002.

ROSA, L. dos S. Ecologia e silvicultura do paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) na Amazônia Brasileira. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n. 45, p. 135-174, jan./jun. 2006.

RUITENBEEK, J.; CARTIER, C. Rational Exploitations: Economic Criteria & Indicators for Sustainable Management of Tropical Forests. **Occasional Paper**. nº 17. Center for International Forestry Research-CIFOR. Nov. 1998. 55p.

SANGUINO, A. C. **Avaliação econômica da produção em sistemas agroflorestais na Amazônia: estado de caso em Tomé-Açu**. 2004. 193f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias). Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém, PA. 2004.

SANTANA, A. C. Elementos de economia, agronegócio e desenvolvimento local. **Série Acadêmica**, 01. Belém:GTZ; TUD; UFRA, 2005.

SANTANA, A. C. de, et al. **Identificação e caracterização de arranjos produtivos locais nos Estados do Pará e do Amapá, no período 2000 a 2005**: orientações para políticas de desenvolvimento local. Belém: UNAMA, 2010. 171p.

SATO, A. C. K. Índices de Sustentabilidade. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/fea/ortega/temas530/anacarla.htm>>. Acesso em: 5 jul 2009.

SAYAGO, D.; TOURRAND, J.F.; BURSZTYN, M. **Amazônia: cenas e cenários**. Brasília. Universidade de Brasília. 2004. 382p.

SCHNEIDER, R.; ARIMA, E.; VERÍSSIMO, A.; BARRETO, P.; SOUZA JR, C. **Amazonia sustentável: limitantes e oportunidades para o desenvolvimento rural**. Brasília: Banco Mundial; Belém: Imazon, 2000. p. 57. Disponível em:<<http://siteresources.worldbank.org/BRAZILINPOREXTN/Resources/38171661185895645304/4044168-1185895685298/004Amazon.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2010.

SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E FINANÇAS – SEPOF. **Resumo do PIB nos municípios paraenses no ano de 2007**. 11p. 2007. Disponível em:<http://www.sepof.pa.gov.br/sites/default/files/images/1612Resumo_PIB_Municipios_paraenses_2007.pdf>. Acesso em: 04/06/2010.

SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E FINANÇAS – SEPOF. **Estatística Municipal – Paragominas, PA. 2008**. 47p. Disponível em: <http://www.sepof.pa.gov.br/estatistica/ESTATISTICAS_MUNICIPAIS/Mesorr_Sudeste/Paragominas.pdf>. Acesso em: agosto/2009.

SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E FINANÇAS – SEPOF. **Estatística Municipal – Tomé-açu, PA. 2008**. 47p. Disponível em: <http://www.sepof.pa.gov.br/estatistica/ESTATISTICAS_MUNICIPAIS/Mesorr_Nordeste/TomeAcu/TomeAcu.pdf>. Acesso em: agosto/2009.

SILVA, M. L.; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R. **Economia Florestal**. Viçosa, MG. Editora UFV. 2002. 178p.

- SCHMITT, D. E. **Uso da análise emergética como ferramenta de avaliação ambiental em um propriedade agroecológica**. 2009. 41f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Agronomia). Florianópolis, SC. Universidade Federal de Santa Catarina. 2009.
- SMITH, N.; DUBOIS, J.; CURRENT, D.; LUTZ, E.; CLEMENT, C. **Experiências Agroflorestais na Amazônia Brasileira: Restrições e Oportunidades**. Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil, Brasília, 146p. 1998.
- SOCIEDADE BRASILEIRA de SISTEMAS AGROFLORESTAIS - SBSAF. 2009. Disponível em:
<http://www.sbsaf.org.br/index.php?option=com_content&task=view&id=24&Itemid=32>. Acesso em: maio/2009.
- THE NATURE CONSERVANCY - TNC. Paragominas sai da lista negra ambiental. IN: SEMINÁRIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DA PRODUÇÃO RURAL. Brasília. 2010. Disponível em:
<<http://www.nature.org/wherewework/southamerica/brasil/press/press4452.html>>. Acesso em: 26 mar 2010.
- THIBAU, C.E. Produção sustentada em florestas: conceitos e tecnologias, biomassa energética, pesquisas e constatações. **Compêndio**. Belo Horizonte, 2000. 512p.
- TSUKAMOTO FILHO, A.A. **Introdução do palmito (*Euterpe edulis* Martius) em sistemas agroflorestais em Lavras, MG**. 1999. 148f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Lavras. 1999.
- ULGIATI, S.; BROWN, M.T. Monitoring patterns of sustainability in natural and man-made ecosystems. **Ecological Modeling**, 108, p.23-36. 1998.
- VAN BELLEN, H. M. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. 1.ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2005. 256 p.
- VARELA, L. B.; SANTANA, A.C. Aspectos Econômicos da Produção e do Risco nos Sistemas Agroflorestais e nos Sistemas Tradicionais de Produção Agrícola em Tomé-Açu, Pará-2001-2003. **Revista Árvore**. v. 33, n.1, p. 151-160, 2009.
- VERÍSSIMO, A.; BARRETO, P. Florestas Nacionais na Amazônia Brasileira: Oportunidades e desafios. IN: ZARIN, D.J.; ALAVALAPATI, J.R.R.; PUTZ, F.E.; SCHMINK, M.(Org.) **As Florestas Produtivas nos Neotrópicos: Conservação por meio do manejo sustentável?** São Paulo: Peirópolis, 2005. p. 55-66.
- VERÍSSIMO, A.; BARRETO, P.; MATTOS, M. TARIFA, R. e UHL, C. Impactos da atividade madeireira e perspectivas para o manejo sustentável da floresta numa velha fronteira da Amazônia: o caso Paragominas. IN: ALMEIDA, O.T. (Org.). **A Evolução da Fronteira Amazônica: Oportunidades para um Desenvolvimento Sustentável**. Porto Alegre. Edições Caravelas, 1996. p.139.
- VENTURIERI, G.C. Reproductive ecology of *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke and *Sclerolobium paniculatum* Vogel (Leg. Caesalpinioidea) and its importance in forestry management projects. 1999. In: SIMPÓSIO SILVICULTURA NA AMAZÔNIA

ORIENTAL: contribuições do projeto EMBRAPA/DIFID. Belém: EMBRAPA- CPATU, 1999. p. 91-97. **Documentos**, 123.

WETERINGS, R. **Towards environmental performance indicators based on the notion of environmental space**. Report to the Advisory Council for Research on Nature and Environment of the Netherlands. Publication: RMNO 96, 1994.

WÜNSCH, J. A. **Diagnóstico e tipificação de sistemas de produção: Procedimentos para ações de desenvolvimento regional**. 1995. 180f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Piracicaba, SP. ESALQ. 1995. 180p.

YAMADA, M. **Japanese immigrant agroforestry in the Brazilian Amazon: A case study of sustainable rural development in the tropics**. 1999. Tese (Doutorado em Economia Agrícola) - University of Florida, 1999.

YARED, J.A.G.; BRIENZA JUNIOR, S.; MARQUES, L.C.T. **Potencialidades da agrossilvicultura para a Amazônia Brasileira**. Belém: Embrapa – CPATU, PA. 1992. 17p.

ZANETTI, E. **Meio ambiente: Setor florestal**. 1ª Ed. (ano 2001); 3ª tir. Curitiba: Juruá. 2006. 244p.

APÊNDICES

...continuação

C2. PLANTIO
1. O plantio é manual ou mecanizado? Se manual, qual o rendimento (Hd)? Se mecanizado, qual o rendimento (HM)? Preço médio? 2. O plantio é direto? Cultivo mínimo? Por cova ou por sulco? 3. O plantio é por sementes ou por mudas? 4. Quais as espécies componentes do sistema? 5. A aquisição de sementes e das mudas é feita onde? 6. Qual a quantidade e preço das sementes e mudas? 7. Qual o espaçamento utilizado? 8. Qual o arranjo espacial das espécies no sistema? 9. A adubação feita é por recomendação? É feita no plantio e/ou cobertura? 10. Quais insumos são utilizados? Quantidade utilizada e o preço médio? 11. É feita a correção do solo? Com que tipo de corretivo? Qual a quantidade utilizada e o valor médio? 12. Que tipos de tratos culturais utilizados? (desbaste, controle de pragas e doenças, capina, etc)? 13. No controle de pragas, é feito controle preventivo? Quais produtos são utilizados? O valor médio do custo destes produtos? 14. Qual é a época de aplicação dos produtos? 15. É utilizada irrigação? Qual o método, tipo de equipamento, época?
C3. COLHEITA
1. A colheita é mecânica ou manual? Custo médio da mão de obra e maquinário? Qual o rendimento? 2. Tem perdas na colheita? Qual material não é aproveitado? Poderia ser aproveitado para algum subproduto? 3. Como é feito o transporte dos produtos pós colheita?
C4. PRODUÇÃO
1. Quais os produtos da colheita? Finalidade dos produtos? 2. Qual a produção por espécie na colheita? 3. Qual mercado consumidor ou é para autoconsumo? 4. Qual o preço do produto? 5. É possível fazer estocagem do material? Como é feita? 6. Tem perdas devido ao armazenamento? 7. É feito algum beneficiamento? Para que e quais produtos são utilizadas? E quais equipamentos utilizados? 8. Como é feita a comercialização do produto? Para onde vai este produto? Quanto tempo leva depois da colheita para a comercialização? 9. Quais as despesas da comercialização? Como é feita a entrega do produto?
D. VARIÁVEIS ASSOCIADAS A REALIDADE E POTENCIALIDADE DA ATIVIDADE FLORESTAL
1. Identifique as principais razões que o motivou a ingressar nessa atividade? 2. Há quanto tempo tem utilizado este sistema florestal? _____ anos. 3. Foi feita alguma modificação no sistema? Qual e por quê? 4. Quais foram seus principais problemas que passaram ou que tenha enfrentado no desenvolvimento da atividade florestal? 5. Durante a implantação da atividade quais foram seus principais problemas? Técnicos, econômicos, sociais, de mercado ou familiar? 6. Que tipo de soluções foi dado a esses problemas? 7. Que tipos de práticas você teve que mudar quando decidiu implementar a atividade florestal? Por quê? 8. Quais das suas práticas foram mais difíceis de serem manejadas? Por quê?

Continua...

...continuação

D. VARIÁVEIS ASSOCIADAS A REALIDADE E POTENCIALIDADE DA ATIVIDADE FLORESTAL	
9. De acordo com sua experiência, quais dessas práticas foram mais benéficas para o meio ambiente? Produtividade de seus cultivos? Suas condições financeiras (lucro)? Para a qualidade de vida de sua família?	
10. Com a implantação da atividade foi verificado modificações nos indicadores do capital ou patrimônio?	
11. Especificamente com respeito a produtividade de sua atividade florestal, como tem sido seu comportamento nos últimos 3 anos (tem mantido a mesma, tem aumentado ou diminuído)?	
12. Se houver mudanças pode ser atribuído a quais fatores?	
13. É feito o registro com as despesas da atividade florestal: sim ou não	
14. É feito o registro com as despesas de mão de obra: sim ou não	
15. Tem registro dos lucros de cada atividade: sim ou não	
16. Já foi realizado algum tipo de avaliação sobre a lucratividade de seu empreendimento? Sim ou não	
E. PERFIL DOS RECURSOS HUMANOS	
1. Função exercida:	
2. Sexo:	
3. Escolaridade:	
4. Quanto tempo trabalha na propriedade:	
5. Sua mão de obra foi previamente treinada para cada tarefa?	
6. Estado civil:	
7. Renda salarial:	
8. Regime de trabalho:	
9. Acesso a serviços sociais, saúde e comunitários (se tem acesso e quantidade de vezes que são utilizados)	
10. Na sua percepção, o que é qualidade de vida?	
11. Níveis de satisfação relacionados aos componentes (1. extremamente insatisfeito; 2. Insatisfeito; 3. indiferente; 4. Satisfeito; 5. Extremamente satisfeito)	
Serviço de saúde:	Função no trabalho:
Condições de transporte:	Renda financeira:
Condições locais de trabalho:	Segurança pessoal
Opções de lazer:	
12. Especifique o que considera ser importante para melhorar o seu nível de satisfação?	

APÊNDICE B – Fonte de dados dos coeficientes técnicos utilizados para os dois sistemas de produção florestal.

Tabela B1 - Coeficientes técnicos para estabelecimento de 1 hectare de reflorestamento de paricá, no município de Paragominas, PA.

ANO DE IMPLANTAÇÃO – ANO 1				
Discriminação	Unid/ha	Qtde/ ha	Valor unit. (R\$/unid)	Valor total (R\$)
Operações Mecanizadas				
Preparo da área				
Gradagem (1ª passagem)	HM*	0,63		
Correção do solo (calagem)	HM	1,00		
Gradagem (2ª passagem)	HM	0,83		
Subsolagem 1ª + fosfatagem	HM	0,77		
Subsolagem 2ª + balisamento	HM	0,90		
Aplicação com pré-emergente	HM	1,00		
Gradagem leve entre as aplicações de herbicidas	HM	1,00		
Plantio				
Plantio com hidrogel	HM	0,50		
Irrigação durante o primeiro ano	HM	3,00		
Tratos culturais				
Capina química (glifosato com 30 dias e início inverno)	HM	2,20		
Subtotal 1				R\$ 1.125,80
Operações Manuais				
Plantio				
Mão de obra do plantio com hidrogel	Hd*	9,00		
Adubação de base com superfosfato simples	Hd	1,56		
Replantio (manual)	Hd	0,34		
mão de obra para irrigação	Hd	5,00		
Coroamento	Hd	3,00		
Subtotal 2				R\$ 144,96
Tratos culturais				
Combate a formiga	Hd	1,00		
adubação	HM	1,00		
Subtotal 3				R\$ 105,00
Insumos				
Mudas de paricá	unid	658,00		
Fosfato natural	ton	0,25		
Superfosfato simples	ton	0,06		
Formulação NPK 20 00 30	ton	0,09		
Calcário	ton	1,50		
Randup WG	Kg	4,00		
Folha larga	Kg	3,00		
Oleo mineral	L	0,20		
Isca granulada	Kg	2,50		
Hidrogel	kg	1,97		
Pré emergente	L	2,00		
Subtotal 4				R\$ 967,46
CUSTO TOTAL - ANO de Implantação				2.343,23
RECEITA TOTAL - ANO de Implantação				-
Receitas	Unid./ha	Qtde/ha	Valor unit (R\$)	Valor total (R\$)
	m³			R\$ -

*HM – Hora Máquina; Hd – Homem dia.

Continua...

...continuação.

Tabela B1 - Coeficientes técnicos para estabelecimento de 1 hectare de reflorestamento de paricá, no município de Paragominas, PA.

CUSTEIO DO ANO 2				
Discriminação	Unid./ha	Qtde/ha	Valor unit. (R\$)	Valor total (R\$)
Tratos culturais				
Combate a formiga	Hd	1,00		
Capina química com glifosato no início do inverno	HM	1,10		
Capina química com glifosato no final do inverno	HM	1,10		
gradagem leve entre as aplicações de herbicidas	HM	1,00		
adubação	HM	1,00		
Insumos				
Randup WG	Kg	4,00		
folha larga	Kg	3,00		
oleo mineral	L	0,20		
isca granulada	Kg	2,50		
NPK 20 00 30 (120g/cova)	ton	0,08		
CUSTO TOTAL - ANO 2				R\$ 621,88
RECEITA TOTAL - ANO 2				-
Receitas	Unid./ha	Qtde/ha	Valor unit. (R\$)	Valor total (R\$)
	m³			
CUSTEIO DO ANO 3 a 6				
Discriminação	Unid./ha	Qtde/ha	Valor unit. (R\$)	Valor total (R\$)
Tratos culturais				
Combate a formiga	Hd	1,00		
Capina química com glifosato no início do inverno	HM	1,10		
Capina química com glifosato no final do inverno	HM	1,10		
gradagem leve entre as aplicações de herbicidas	HM	1,00		
Insumos				
Randup WG	Kg	4,00		
folha larga	Kg	3,00		
oleo mineral	L	0,20		
isca granulada	Kg	2,50		
CUSTO TOTAL - ANO 3 a 6				R\$ 451,88
CUSTEIO DO ANO 7				
Discriminação	Unid./ha	Qtde/ha	Valor unit. (R\$)	Valor total (R\$)
Tratos culturais				
gradagem leve entre as aplicações de herbicidas	HM	1,00		
Colheita				
CUSTO TOTAL - ANO 7				
CUSTO TOTAL DO SISTEMA DE PRODUÇÃO				
RECEITA TOTAL - ANO 7				R\$ 16.000,00
Receitas	Unid./ha	Qtde/ha	Valor unit. (R\$)	Valor total (R\$)
Madeira	m³	200,00	R\$ 80,00	R\$ 16.000,00

Tabela B2 - Coeficientes técnicos para estabelecimento de 1 hectare de sistema agroflorestal multietereatificado, no município de Tomé-Açu, PA.

ANO DE IMPLANTAÇÃO - ANO 1				
Discriminação	Unid/ha	Qtde	Valor unit (R\$)	Valor total (R\$)
Mecanização (1)				
Limpeza da área (Trator 4x4 faqueada)	HM	0,33		
Aração (Trator 4x4 faqueada)	HM	1,50		
Gradagem (Trator 4x4 faqueada)	HM	1,50		
Correção do solo (Trator 4x4 faqueada)	HM	1,50		
Fosfatagem (Trator 4x4 faqueada)	HM	1,00		
Transporte das mudas (Trator 4x4 com carreta)	HM	1,00		
Beneficiamento do milho	HM	8,00		
Subtotal 1				R\$ 606,67
Mão de obra (2)				
Abertura de cova, adubação de plantio e plantio	Hd	21,40		
Adubação de cobertura	Hd	17,00		
Capina	Hd	25,83		
colheita do milho	Hd	6,00		
Corte da braquiaria e coroamento da pimenta	Hd	50,00		
Fixação de tutor (abrir cova e fixar o tutor)	Hd	12,50		
Piquetamento e marcação de covas	Hd	2,00		
Semeadura de milho e braquiaria	Hd	2,93		
Tutoramento (amarrio da pimenta)	Hd	3,75		
Subtotal 2				R\$ 4.046,89
Insumos (3)				
Fio de plastico para amarrio de pimenta	kg	3,00		
Compostagem de residuo industrial	m³	41,66		
NPK 18-18-18	Sc. 50kg	6,75		
torta de mamona	Sc. 50kg	29,16		
Sacos de 60kg	Sc. 20kg	4,17		
Sementes de braquiaria	Sc. 20kg	0,17		
Sementes de milho	Sc. 20kg	0,42		
Calcário	Sc. 40 kg	50,00		
Arade como fonte de fosfato	Sc. 50kg	9,17		
Casca de caranguejo	Sc. 50kg	2,50		
Farinha de osso	Sc. 50kg	7,50		
Mudas de andiroba	Unid.	32,00		
Mudas de pimenta-do-reino	Unid.	1375,00		
Mudas de cacau	Unid.	917,00		
Rizomas de banana +10% para replantio	Unid.	917,00		
Tutores	Unid.	1250,00		
Subtotal 3				R\$ 11.755,11
TOTAL DOS CUSTOS				R\$ 16.408,67
RECEITAS DAS CULTURAS DO SAF				
Discriminação	Unid/ha	Qtde	Valor unit (R\$)	Valor total (R\$)
Milho	Sc de 60kg	4,17	R\$ 40,00	R\$ 166,67
Total das Receitas				R\$ 166,67

Continua...

Tabela B2 - Coeficientes técnicos para estabelecimento de 1 hectare de sistema agroflorestal multietreificado, no município de Tomé-Açu, PA.

CUSTEIO - ANO 2				
Discriminação	Unid/ha	Qtde	Valor unit (R\$)	Valor total (R\$)
Mão de obra (1)				
Adubação de cobertura	Hd	13,00		
Aplicação de calcário	Hd	2,50		
Aplicação de herbicidas	Hd	4,00		
Colheita da pimenta	Hd	16,30		
corte da bananeira	Hd	2,22		
Poda do cacaueiro (fitossanitaria e formação)	Hd	7,50		
Replanteio da pimenta	Hd	0,83		
Replanteio do cacau	Hd	0,56		
Replanteio do cajá	Hd	0,02		
Replanteio do castanha	Hd	0,01		
Roçagem manual (4x ao ano)	Hd	16,67		
Tutoramento (amarrio da pimenta)	Hd	0,75		
Subtotal 1				R\$ 1.732,15
Insumos (2)				
Herbicida (Rand up)	litro	1,00		
Compostagem (resíduo industrial)	m³	25,00		
NPK 10-28-20	Sc. 50kg	10,00		
Torta de dendê	Sc 50kg	45,83		
Calcário	Sc. 40 kg	50,00		
Beneficiamento da pimenta	Hd	5,00		
Subtotal 2				R\$ 2.494,82
TOTAL DOS CUSTOS				R\$ 4.226,96
RECEITAS DAS CULTURAS DO SAF				
Discriminação	Unid/ha	Qtde	Valor unit (R\$)	Valor total (R\$)
Pimenta-do-reino preta	kg	637,50	R\$ 4,00	R\$ 2.550,00
Total das Receitas				R\$ 2.550,00
CUSTEIO - Ano 3				
Discriminação	Unid/ha	Qtde	Valor unit (R\$)	Valor total (R\$)
Mão de obra (1)				
Adubação de cobertura com cama de galinha	Hd	0,67		
Adubação de cobertura com NPK 10-28-20	Hd	9,00		
Colheita da pimenta	Hd	16,30		
Beneficiamento da pimenta	Hd	5,00		
Colheita Cacau	Hd	1,25		
Beneficiamento do cacau	Hd	5,00		
Roçagem manual (3x ao ano)	Hd	12,50		
Aplicação de herbicidas	Hd	3,00		
Poda do cacaueiro (fitossanitaria e formação)	Hd	7,50		
corte da bananeira	Hd	2,22		
Subtotal 1				R\$ 1.807,95
Insumos (2)				
Herbicida (Rand up)	litro	1,00		
NPK 10-28-20	Sc. 50kg	10,83		
Cama de galinha	m³	12,50		
Subtotal 2				R\$ 8.316,43
Total dos Custos				R\$ 10.124,38
RECEITAS DAS CULTURAS DO SAF				
Discriminação	Unid/ha	Qtde	Valor unit (R\$)	Valor total (R\$)
Pimenta-do-reino	kg	562,50	R\$ 4,00	R\$ 2.250,00
Cacau (amendoa seca)	kg	124,95	R\$ 5,50	R\$ 687,23
Total das Receitas				R\$ 2.937,23

Continua...

...continuação

Tabela B2 - Coeficientes técnicos para estabelecimento de 1 hectare de sistema agroflorestal multiestratificado, no município de Tomé-Açu, PA.

CUSTEIO - Ano 4				
Discriminação	Unid/ha	Qtde	Valor unit (R\$)	Valor total (R\$)
Mão de obra (1)				
Adubação de cobertura com cama de galinha	Hd	0,67		
Adubação de cobertura com NPK 10-28-20	Hd	10,00		
Adubação de cobertura com sulfato de magnésio	Hd	0,67		
Colheita da pimenta	Hd	16,30		
Beneficiamento da pimenta	Hd	5,00		
Colheita do cacau	Hd	2,50		
Beneficiamento do cacau	Hd	5,00		
Subtotal 1				R\$ 1.109,20
Insumos (2)				
Herbicida (Rand up)	litro	1,00		
NPK 10-28-20	Sc. 50kg	11,67		
Cama de galinha	m³	12,50		
Sulfato de amônio	Sc. 50kg	1,25		
Sulfato de magnésio	Sc. 50kg	3,13		
Subtotal 2				R\$ 8.633,49
Tratos culturais (3)				
Rocagem manual (3x ao ano)	Hd	12,50		
Aplicação de herbicidas	Hd	3,00		
Poda do cacaueiro (fitossanitaria e formação)	Hd	7,50		
corte da bananeira	Hd	2,22		
Subtotal				R\$ 774,55
Total dos Custos				R\$ 10.517,25
RECEITAS DAS CULTURAS DO SAF				
Discriminação	Unid/ha	Qtde	Valor unit (R\$)	Valor total (R\$)
Pimenta-do-reino preta	kg	253,13	R\$ 4,00	R\$ 1.012,50
Pimenta-do-reino branca	kg	185,63	R\$ 6,50	R\$ 1.206,56
Cacau (amendoa seca)	kg	249,90	R\$ 5,50	R\$ 1.374,45
Total das Receitas				R\$ 3.593,51
CUSTEIO - Ano 5				
Discriminação	Unid/ha	Qtde	Valor unit (R\$)	Valor total (R\$)
Mão de obra (1)				
Adubação de cobertura com cama de galinha	Hd	0,67		
Adubação de cobertura com NPK 10-28-20	Hd	12,00		
Adubação de cobertura com sulfato de magnésio	Hd	0,67		
Colheita da pimenta	Hd	16,30		
Beneficiamento da pimenta	Hd	5,00		
Colheita do cacau	Hd	3,75		
Beneficiamento do cacau	Hd	5,00		
Subtotal 1				R\$ 1.192,17
Insumos (2)				
Herbicida (Rand up)	litro	1,00		
NPK 10-28-20	Sc. 50kg	12,50		
Cama de galinha	m³	12,50		
Sulfato de amônio	Sc. 50kg	1,25		
Sulfato de magnésio	Sc. 50kg	3,13		
Subtotal 2				R\$ 8.695,55

Continua...

...continuação.

Tabela B2 - Coeficientes técnicos para estabelecimento de 1 hectare de sistema agroflorestal multiestratificado, no município de Tomé-Açu, PA.

Tratos culturais (3)				
Roçagem manual (2x ao ano)	Hd	8,33		
Aplicação de herbicidas	Hd	2,00		
Poda do cacaueiro (fitossanitaria e formação)	Hd	7,50		
corte da bananeira	Hd	2,22		
Subtotal				R\$ 613,55
Total dos Custos				R\$ 10.501,27
RECEITAS DAS CULTURAS DO SAF				
Discriminação	Unid/ha	Qtde	Valor unit (R\$)	Valor total (R\$)
Pimenta-do-reino preta	kg	253,13	R\$ 4,00	R\$ 1.012,50
Pimenta-do-reino branca	kg	185,63	R\$ 6,50	R\$ 1.206,56
Cacau (amendoa seca)	kg	374,85	R\$ 5,50	R\$ 2.061,68
Total das Receitas				R\$ 4.280,74
CUSTEIO - Ano 6				
Discriminação	Unid/ha	Qtde	Valor unit (R\$)	Valor total (R\$)
Mão de obra (1)				
Adubação de cobertura com cama de galinha	Hd	0,67		
Adubação de cobertura com NPK 10-28-20	Hd	12,00		
Adubação de cobertura com sulfato de magnésio	Hd	0,67		
Colheita da pimenta	Hd	16,30		
Beneficiamento da pimenta	Hd	5,00		
Colheita do cacau	Hd	10,00		
Beneficiamento do cacau	Hd	5,00		
Colheita do cajá	Hd	0,50		
Subtotal 1				R\$ 1.391,73
Insumos (2)				
Herbicida (Rand up)	litro	1,00		
NPK 10-28-20	Sc. 50kg	12,50		
Cama de galinha	m³	12,50		
Sulfato de amônio	Sc. 50kg	1,25		
Sulfato de magnésio	Sc. 50kg	3,13		
Subtotal 2				R\$ 8.695,55
Tratos culturais (3)				
Roçagem manual (2x ao ano)	Hd	8,33		
Aplicação de herbicidas	Hd	2,00		
Poda do cacaueiro (fitossanitaria e formação)	Hd	7,50		
corte da bananeira	Hd	1,11		
Subtotal				R\$ 580,23
Total dos Custos				R\$ 10.667,51
RECEITAS DAS CULTURAS DO SAF				
Discriminação	Unid/ha	Qtde	Valor unit (R\$)	Valor total (R\$)
Pimenta-do-reino preta	kg	253,13	R\$ 4,00	R\$ 1.012,50
Pimenta-do-reino branca	kg	185,63	R\$ 6,50	R\$ 1.206,56
Cacau (amendoa seca)	kg	499,80	R\$ 5,50	R\$ 2.748,90
Cajá	kg	170,00	R\$ 0,60	R\$ 102,00
Total das Receitas				R\$ 5.069,96

Continua...

...continuação.

Tabela B2 - Coeficientes técnicos para estabelecimento de 1 hectare de sistema agroflorestal multiestratificado, no município de Tomé-Açu, PA.

CUSTEIO - Ano 7				
Discriminação	Unid/ha	Qtde	Valor unit (R\$)	Valor total (R\$)
Mão de obra (1)				
Adubação de cobertura com NPK 10-28-20	Hd	6,00		
Colheita do cacau	Hd	6,25		
Beneficiamento do cacau	Hd	5,00		
Colheita do cajá	Hd	0,50		
Subtotal 1				R\$ 487,00
Insumos (2)				
Herbicida (Rand up)	litro	0,50		
Formulação 10-28-20	Sc 50kg	5,00		
Subtotal 2				R\$ 377,08
Tratos culturais (3)				
Roçagem manual (2x ao ano)	Hd	8,33		
Aplicação de herbicidas	Hd	2,00		
Poda do cacaueiro (fitossanitaria e formação)	Hd	7,50		
Subtotal 3				R\$ 546,91
Total dos Custos				R\$ 1.410,99
RECEITAS DAS CULTURAS DO SAF				
Discriminação	Unid/ha	Qtde	Valor unit (R\$)	Valor total (R\$)
Cacau (amendoa seca)	kg	624,75	R\$ 5,50	R\$ 3.436,13
Cajá	kg	255,00	R\$ 0,60	R\$ 153,00
Total das Receitas				R\$ 3.589,13
CUSTEIO - Ano 8				
Discriminação	Unid/ha	Qtde	Valor unit (R\$)	Valor total (R\$)
Mão de obra (1)				
Adubação de cobertura (NPK)	Hd	6,00		
Colheita do cacau	Hd	7,50		
Beneficiamento do cacau	Hd	5,00		
Colheita do cajá	Hd	0,50		
Colheita da andiroba	Hd	0,50		
Subtotal 1				
Insumos (2)				
Herbicida (Rand up)	litro	0,50		
Formulação 10-28-20	Sc 50kg	5,00		
Subtotal 2				R\$ 377,08
Tratos culturais (3)				
Poda do cacaueiro (fitossanitaria)	Hd	7,50		
Roçagem manual (2x ao ano)	Hd	8,33		
Aplicação de herbicidas	Hd	2,00		
Subtotal 3				R\$ 546,91
Total dos Custos				R\$ 1.459,99
RECEITAS DAS CULTURAS DO SAF				
Discriminação	Unid/ha	Qtde	Valor unit (R\$)	Valor total (R\$)
Cacau (amendoa seca)	kg	749,70	R\$ 5,50	R\$ 4.123,35
Cajá	kg	510,00	R\$ 0,60	R\$ 306,00
Andiroba	kg	29,00	R\$ 2,50	R\$ 72,50
Total das Receitas				R\$ 4.501,85

Continua...

...continuação.

Tabela B2 - Coeficientes técnicos para estabelecimento de 1 hectare de sistema agroflorestal multiestratificado, no município de Tomé-açu, pa.

CUSTEIO - Ano 9				
Discriminação	Unid/ha	Qtde	Valor unit (R\$)	Valor total (R\$)
Mão de obra (1)				
Adubação de cobertura (NPK)	Hd	6,00		
Colheita do cacau	Hd	8,75		
Beneficiamento do cacau	Hd	5,00		
Colheita do cajá	Hd	0,50		
Colheita da andiroba	Hd	0,50		
Subtotal 1				R\$ 573,50
Insumos (2)				
Herbicida (Rand up)	litro	0,50		
Formulação 10-28-20	Sc 50kg	5,00		
Subtotal 2				R\$ 377,08
Tratos culturais (3)				
Poda do cacaueiro (fitossanitaria)	Hd	7,50		
Roçagem manual (2x ao ano)	Hd	8,33		
Aplicação de herbicidas	Hd	2,00		
Subtotal 3				R\$ 546,91
Total dos Custos				R\$ 1.497,49
RECEITAS DAS CULTURAS DO SAF				
Discriminação	Unid/ha	Qtde	Valor unit (R\$)	Valor total (R\$)
Cacau (amendoa seca)	kg	874,65	R\$ 5,50	R\$ 4.810,58
Cajá	kg	765,00	R\$ 0,60	R\$ 459,00
Andiroba	kg	29,00	R\$ 2,50	R\$ 72,50
Total das Receitas				R\$ 5.342,08
CUSTEIO - Ano 10				
Discriminação	Unid/ha	Qtde	Valor unit (R\$)	Valor total (R\$)
Mão de obra (1)				
Adubação de cobertura (NPK)	Hd	6,00		
Colheita do cacau	Hd	8,75		
Beneficiamento do cacau	Hd	5,00		
Colheita do cajá	Hd	0,50		
Colheita da castanha	Hd	0,50		
Colheita da andiroba	Hd	0,50		
Subtotal 1				R\$ 585,00
Insumos (2)				
Herbicida (Rand up)	litro	0,50		
Formulação 10-28-20	Sc 50kg	5,00		
Subtotal 2				R\$ 377,08
Tratos culturais (3)				
Poda do cacaueiro (fitossanitaria)	Hd	7,50		
Roçagem manual (2x ao ano)	Hd	8,33		
Aplicação de herbicidas	Hd	2,00		
Subtotal 3				R\$ 546,91
Total dos Custos				R\$ 1.508,99
RECEITAS DAS CULTURAS DO SAF				
Discriminação	Unid/ha	Qtde	Valor unit (R\$)	Valor total (R\$)
Cacau (amendoa seca)	kg	874,65	R\$ 5,50	R\$ 4.810,58
Cajá	kg	765,00	R\$ 0,60	R\$ 459,00
Castanha	kg	518,16	R\$ 0,89	R\$ 461,16
Andiroba	kg	29,00	R\$ 2,50	R\$ 72,50
Total das Receitas				R\$ 5.803,24

Continua...

...continuação

Tabela B2 - Coeficientes técnicos para estabelecimento de 1 hectare de sistema agroflorestal multietereatificado, no município de Tomé-Açu, PA.

CUSTEIO - Ano 11				
Discriminação	Unid/ha	Qtde	Valor unit (R\$)	Valor total (R\$)
Mão de obra (1)				
Adubação de cobertura	Hd	6,00		
Colheita do cacau	Hd	8,75		
Beneficiamento do cacau	Hd	5,00		
Colheita do cajá	Hd	0,50		
Colheita da castanha	Hd	0,50		
Colheita da andiroba	Hd	0,50		
Subtotal 1				R\$ 585,00
Insumos (2)				
Herbicida (Rand up)	litro	0,50		
Uréia (fonte de nitrogênio)	Sc 50kg	2,27		
Cloreto de potássio	Sc 50kg	3,33		
Subtotal 2				R\$ 387,15
Tratos culturais (3)				
Poda do cacaueiro (fitossanitaria)	Hd	7,50		
Rocagem manual (2x ao ano)	Hd	8,33		
Aplicação de herbicidas	Hd	2,00		
Subtotal 3				R\$ 546,91
Total dos Custos				R\$ 1.519,06
RECEITAS DAS CULTURAS DO SAF				
Discriminação	Unid/ha	Qtde	Valor unit (R\$)	Valor total (R\$)
Cacau (amendoa seca)	kg	874,65		
Cajá	kg	1360,00		
Castanha	kg	777,07		
Andiroba	L	29,00		
Total das Receitas				R\$ 6.390,67
CUSTEIO - Ano 12				
Discriminação	Unid/ha	Qtde	Valor unit (R\$)	Valor total (R\$)
Mão de obra (1)				
Adubação de cobertura	Hd	6,00		
Colheita do cacau	Hd	8,75		
Beneficiamento do cacau	Hd	5,00		
Colheita do cajá	Hd	0,50		
Colheita da castanha	Hd	0,50		
Colheita da andiroba	Hd	0,50		
Subtotal 1				R\$ 585,00
Insumos (2)				
Herbicida (Rand up)	litro	0,50		
Uréia (fonte de nitrogênio)	Sc 50kg	2,27		
Cloreto de potássio	Sc 50kg	3,33		
Subtotal 2				R\$ 387,15
Tratos culturais (3)				
Poda do cacaueiro (fitossanitaria)	Hd	7,50		
Rocagem manual (2x ao ano)	Hd	8,33		
Aplicação de herbicidas	Hd	2,00		
Subtotal 3				R\$ 546,91
Total dos Custos				R\$ 1.519,06

Continua...

...continuação.

Tabela B2 - Coeficientes técnicos para estabelecimento de 1 hectare de sistema agroflorestal multiestratificado, no município de Tomé-Açu, PA.

RECEITAS DAS CULTURAS DO SAF – ANO 12				
Discriminação	Unid/ha	Qtde	Valor unit (R\$)	Valor total (R\$)
Cacau (amendoa seca)	kg	874,65		
Cajá	kg	1700,00		
Castanha	kg	906,61		
Andiroba	kg	29,00		
Total das Receitas				R\$ 6.709,96
CUSTEIO - ANO 13				
Discriminação	Unid/ha	Qtde	Valor unit (R\$)	Valor total (R\$)
Mão de obra (1)				
Adubação de cobertura	Hd	6,00		
Colheita do cacau	Hd	8,75		
Beneficiamento do cacau	Hd	5,00		
Colheita do cajá	Hd	0,50		
Colheita da castanha	Hd	0,50		
Colheita da andiroba	Hd	0,50		
Subtotal 1				R\$ 585,00
Insumos (2)				
Herbicida (Rand up)	litro	0,50		
Uréia (fonte de nitrogênio)	Sc 50kg	2,27		
Cloreto de potássio	Sc 50kg	3,33		
Subtotal 2				R\$ 387,15
Tratos culturais (3)				
Poda do cacaueiro (fitossanitaria)	Hd	7,50		
Rocagem manual (2x ao ano)	Hd	8,33		
Aplicação de herbicidas	Hd	2,00		
Subtotal 3				R\$ 546,91
Total dos Custos				R\$ 1.519,06
RECEITAS DAS CULTURAS DO SAF				
Discriminação	Unid/ha	Qtde	Valor unit (R\$)	Valor total (R\$)
Cacau (amendoa seca)	kg	874,65	R\$ 5,50	R\$ 4.810,58
Cajá	kg	2040,00	R\$ 0,60	R\$ 1.224,00
Castanha	kg	906,61	R\$ 0,89	R\$ 806,88
Andiroba	kg	29,00	R\$ 2,50	R\$ 72,50
Total das Receitas				R\$ 6.913,96

Continua...

...continuação.

Tabela B2 - Coeficientes técnicos para estabelecimento de 1 hectare de sistema agroflorestal multiestratificado, no município de Tomé-Açu, PA.

CUSTEIO - Ano 14 a 28				
Discriminação	Unid/ha	Qtde	Valor unit (R\$)	Valor total (R\$)
Mão de obra (1)				
Adubação de cobertura	Hd	6,00		
Colheita do cacau	Hd	8,75		
Beneficiamento do cacau	Hd	5,00		
Colheita do cajá	Hd	0,50		
Colheita da castanha	Hd	0,50		
Colheita da andiroba	Hd	0,50		
Subtotal 1				R\$ 585,00
Insumos (2)				
Herbicida (Rand up)	litro	0,50		
Uréia (fonte de nitrogênio)	Sc 50kg	2,27		
Cloreto de potássio	Sc 50kg	3,33		
Subtotal 2				R\$ 387,15
Tratos culturais (3)				
Poda do cacaueiro (fitossanitaria)	Hd	7,50		
Roçagem manual (2x ao ano)	Hd	8,33		
Aplicação de herbicidas	Hd	2,00		
Subtotal 3				R\$ 546,91
Total dos Custos				R\$ 1.519,06
RECEITAS DAS CULTURAS DO SAF				
Discriminação	Unid/ha	Qtde	Valor unit (R\$)	Valor total (R\$)
Cacau (amendoa seca)	kg	874,65	R\$ 5,50	R\$ 4.810,58
Cajá	kg	2380,00	R\$ 0,60	R\$ 1.428,00
Castanha	kg	906,61	R\$ 0,89	R\$ 806,88
Andiroba	kg	29,00	R\$ 2,50	R\$ 72,50
Total das Receitas				R\$ 7.117,96

APÊNDICE C – Dados inerentes para a realização da análise emergética.

Tabela C1. Cálculo de cada fluxo da Tabela 14, sistema de reflorestamento de paricá, 2010.

Nota				
1	Sol			
	Radiação solar	6,64	KWh/m².dia	(a)
	Albedo	0,05		
	Fator de conversão	3,60E+06	J/KWh	
	Área	10000	m²	
		365	dias	
	Período de rotação	28	anos	
	=	$(\text{kWh/m}^2.\text{ano}) * (1\text{E}4\text{m}^2/\text{ha}) * (1-0,05) * 28 * (\text{J/KWh}) * 365$		
	=	2,32E+15	J	
2	Chuva			
	Precipitação	2947,25	l/m².ano	
	Transformidade	4,7E+04	seJ/J	(b)
	Fator de conversão	5000	J/Kg	
	Densidade da água	1000	Kg/l	
	Área	10000	m²	
	Período de rotação	28	anos	
	=	$(\text{l/m}^2.\text{ano}) * (\text{seJ/J}) * (\text{J/Kg}) * (\text{Kg/l}) * (\text{m}^2) * \text{ano}$		
	=	2,39E+12	J	
3	Perda de solo			
	Erosão	43560	kg/ha.ano	(c)
	Matéria Orgânica	0,04	kg/ha.ano/kg solo	
	Energia (M.O)	5400	Kcal/kg	
	Fator de conversão	4186	J/ha.ano	
	Transformidade	1,24E+05	seJ/J	
	Período de rotação	4	ciclos	
	=	$43560 * 0,04 * 5400 * 4186$		
	=	1,58E+11	J	
4	Herbicida			
	Consumo	96	Kg/ha.ano	
	Transformidade	2,49E+13	seJ/Kg	(d)
	Fator de conversão	1,00E00	J/ha.ano	
	=	$\text{Consumo} * \text{transformidade} * \text{fator de conversão}$		
5	Formicida			
	Consumo	60	Kg/ha.ano	
	Transformidade	2,49E+13	seJ/Kg	(e)
	Fator de conversão	1,00E00	J/ha.ano	
	=	$\text{Consumo} * \text{transformidade} * \text{fator de conversão}$		
6	Muda			
	Consumo	418,89	US\$/ha.ano	
	Transformidade	4,94E+12	seJ/US\$	(f)
	Fator de conversão	1,00E+00	J/ha.ano	

Continua...

...continuação.

Tabela C1. Cálculo de cada fluxo da Tabela 14, sistema de reflorestamento de paricá, 2010.

		Consumo*transformidade*fator de conversão		
7	Fosfato natural			
	Consumo	1000	Kg/ha.ano	
	Transformidade	6,55E12	seJ/ha.ano	(g)
	Fator de conversão	1,00E+00	J/ha.ano	
		Consumo*transformidade*fator de conversão		
8	Fertilizante (10,00,30)			
	Consumo	680	Kg/ha	
	Transformidade	2,00E+12	seJ/ha.ano	(h)
	Fator de conversão	1,00E+00	J/ha.ano	
		Consumo*transformidade*fator de conversão		
9	Calcário			
	Consumo	6000	Kg/ha	
	Transformidade	1,68E+12	seJ/ha.ano	(i)
	Fator de conversão	1,00E+00	J/ha.ano	
		Consumo*transformidade*fator de conversão		
10	Supersimples			
	Consumo	240	Kg/ha	
	Transformidade	3,32E+12	seJ/ha.ano	(j)
	Fator de conversão	1,00E+00	J/ha.ano	
		Consumo*transformidade*fator de conversão		
11	Irrigação			
	Quantidade de água utilizada no sistema	9.375 L/ha : 1000 = 9,375m³/ha		
	Fator de conversão	5,0E+10	J/Kg	
	Densidade da água	1000	Kg/m³	
	Energia da água	185250	J	
	Transformidade	6,89E+04	seJ/ha.ano	(k)
	Fator de conversão	1,00E+00	J/ha.ano	
		Energia da água*transformidade*fator de conversão		
12	Hidrogel			
	Consumo	252,51	US\$	
	Transformidade	4,94E+12	seJ/US\$	(f)
	Fator de conversão	1,00E+00	J/ha.ano	
		Consumo*transformidade*fator de conversão		
13	Combustível			
	Consumo	836400	g/ha	
	Transformidade	4,75E+09	seJ/ha.ano	(l)
	Fator de conversão	1,00E+00	J/ha.ano	
		Consumo*transformidade*fator de conversão		
14	Equipamentos e Maquinas			
	Consumo do aço	52,14	Kg/ha	

Continua...

...continuação.

Tabela C1. Cálculo de cada fluxo da Tabela 14, sistema de reflorestamento de paricá, 2010.

	Transformidade	6,70E+12	seJ/ha.ano	(m)
	Fator de conversão	1,00E+00	J/ha.ano	
	=	Consumo*transformidade*fator de conversão		
15	Mão de obra simples			
	Consumo	7,02E+07	J	
	Fator de conversão	1,00E+00	J/ha.ano	
	Transformidade	4,00E+05	seJ/US\$	(n)
	=	Consumo*transformidade*fator de conversão		
	Mão de obra especializada			
	Consumo	4,29E+07	J	
	Fator de conversão	1,00E+00	J/ha.ano	
	Transformidade	1,20E+06	seJ/US\$	(n)
	=	Consumo*transformidade*fator de conversão		

(a) Albedo e radiação solar extraído de <http://eosweb.larc.nasa.gov/sse/>

(b) INMET, Belém, 2010

(c) Brandt-Williams, 2002; Brown e Ulgiati, 2004

(d) Brandt-Williams, 2002

(e) Brandt-Williams, 2002

(f) EMR de 2010 calculado por Pedroso, 2009

(g) Brown e Ulgiati, 2004

(h) Odum (1996)

(i) Brandt-Williams, 2002

(j) Brandt-Williams, 2002

(k) Brown e Ulgiati, 2004

(l) Bastianoni et al., 2009

(m) Brown, 2001 – Folio#3

(n) LEIA, 2008

Tabela C2. Cálculo de cada fluxo da Tabela 14, sistema agroflorestal multiestratificado, 2010.

Nota			
1	Radiação solar	KWh/m².dia	(a)
	Albedo	0,05	
	Fator de conversão	3,60E+06 J/KWh	
	Área	10000 m²	
	Período de rotação	28 anos	
	= (kWh/m².ano)*(1E4m²/ha)*(1-0,05)*30*(J/KWh)		
	Chuva		
2	Precipitação	m³/m².ano	
	Transformidade	3,06E+04 seJ/J	(b)
	Fator de conversão	5,0E+10 J/Kg	
	Densidade da água	1000 Kg/m³	
	Área	10000 m²	
	Período de rotação	28 anos	
	= (m³/m².ano)*(seJ/J)*(J/Kg)*(Kg/m³)*(m²)*ano		
3	Perda de solo		
	Erosão	kg/ha.ano	(c)
	Matéria Orgânica	0,04 kg/ha.ano/kg solo	
	Energia (M.O)	5400 Kcal/kg	
	Fator de conversão	0,04*5400*4186 J/ha.ano	
	Transformidade	1,24E+05 seJ/J	
	= kg/ha.ano*J/ha.ano*seJ/J		
4	Herbicida		
	Consumo	17 Kg/ha.ano	
	Transformidade	2,49E+13 seJ/Kg	(d)
	Fator de conversão	1,00E00 J/ha.ano	
	= Consumo*transformidade*fator de conversão		
5	Calcário		
	Consumo	4000 Kg/ha.ano	
	Transformidade	1,68E+12 seJ/Kg	(e)
	Fator de conversão	1,00E00 J/ha.ano	
	= Consumo*transformidade*fator de conversão		
6	Muda		
	Consumo	1755,28 US\$/ha.ano	
	Transformidade	4,94E+12 seJ/US\$	(f)
	Fator de conversão	1,00E+00 J/ha.ano	
	= Consumo*transformidade*fator de conversão		
7	Fosfato natural		
	Consumo	458,50 Kg/ha.ano	
	Transformidade	6,55E12 seJ/ha.ano	(g)
	Fator de conversão	1,00E+00 J/ha.ano	
	= Consumo*transformidade*fator de conversão		
8	Fertilizante (18,18,18)		
	Consumo	337,5 Kg/ha	
	Transformidade	3,94E+12 seJ/ha.ano	(h)
	Fator de conversão	1,00E+00 J/ha.ano	
	= Consumo*transformidade*fator de conversão		
9	Fertilizante (10,28,20)		
	Consumo	3874,5 Kg/ha	
	Transformidade	4,78E+12 seJ/ha.ano	(h)
	Fator de conversão	1,00E+00 J/ha.ano	
	= Consumo*transformidade*fator de conversão		
10	Compostagem de resíduos		
	Consumo	66,66 m³/ha	

Continua...

...continuação

Tabela C2. Cálculo de cada fluxo da Tabela 14, sistema agroflorestal multiestratificado, 2010.

	Transformidade	4,78E+12	seJ/ha.ano	(i)
	Fator de conversão	1,00E+00	J/ha.ano	
	= Consumo*transformidade*fator de conversão			
11	Casca de caranguejo			
	Consumo	125	Kg/ha	
	Transformidade	5,95E+06	seJ/ha.ano	(i)
	Fator de conversão	1,00E+00	J/ha.ano	
	= Consumo*transformidade*fator de conversão			
12	Farinha de osso			
	Consumo	375	Kg/ha	
	Transformidade	1,68E+12	seJ/ha.ano	(i)
	Fator de conversão	1,00E+00	J/ha.ano	
	= Consumo*transformidade*fator de conversão			
13	Torta de mamona			
	Consumo	1458	Kg/ha	
	Transformidade	6,90E+12	seJ/ha.ano	(j)
	Fator de conversão	1,00E+00	J/ha.ano	
	= Consumo*transformidade*fator de conversão			
14	Sementes			
	Consumo	38,31	US\$/ha.ano	
	Transformidade	4,94E+12	seJ/US\$	(f)
	Fator de conversão	1,00E+00	J/ha.ano	
	= Consumo*transformidade*fator de conversão			
15	Tutores			
	Consumo	2320,95	US\$/ha.ano	
	Transformidade	4,94E+12	seJ/US\$	(f)
	Fator de conversão	1,00E+00	J/ha.ano	
	= Consumo*transformidade*fator de conversão			
16	Torta de dendê			
	Consumo	2291,50	Kg/ha	
	Transformidade	6,90E+12	seJ/ha.ano	(j)
	Fator de conversão	1,00E+00	J/ha.ano	
	= Consumo*transformidade*fator de conversão			
17	Cama de galinha			
	Consumo	50	m³/ha	
	Transformidade	2,96E+12	seJ/ha.ano	(k)
	Fator de conversão	1,00E+00	J/ha.ano	
	= Consumo*transformidade*fator de conversão			
18	Cloreto de potássio			
	Consumo	500	Kg/ha	
	Transformidade	2,92E+12	seJ/ha.ano	(i)
	Fator de conversão	1,00E+00	J/ha.ano	
	= Consumo*transformidade*fator de conversão			
19	Uréia			
	Consumo	187,5	Kg/ha	
	Transformidade	6,38E+12	seJ/ha.ano	(l)
	Fator de conversão	1,00E+00	J/ha.ano	
	= Consumo*transformidade*fator de conversão			
20	Sulfato de amonio			
	Consumo	187,5	Kg/ha	
	Transformidade	3,80E+12	seJ/ha.ano	(l)
	Fator de conversão	1,00E+00	J/ha.ano	

Continua...

...continuação

Tabela C2. Cálculo de cada fluxo da Tabela 14, sistema agroflorestal multiestratificado, 2010.

		= Consumo*transformidade*fator de conversão		
21	Sulfato de magnésio			
	Consumo	469	Kg/ha	
	Transformidade	3,80E+12	seJ/ha.ano	(m)
	Fator de conversão	1,00E+00	J/ha.ano	
		= Consumo*transformidade*fator de conversão		
22	Fio plástico para amarrio			
	Consumo	87,65	US\$/ha.ano	
	Transformidade	4,94E+12	seJ/US\$	(f)
	Fator de conversão	1,00E+00	J/ha.ano	
		= Consumo*transformidade*fator de conversão		
23	Replantio			
	Consumo	166,58	US\$/ha.ano	
	Transformidade	4,94E+12	seJ/US\$	(f)
	Fator de conversão	1,00E+00	J/ha.ano	
		= Consumo*transformidade*fator de conversão		
24	Combustível			
	Consumo	195	g/ha	
	Transformidade	4,75E+09	seJ/ha.ano	(n)
	Fator de conversão	1,00E+00	J/ha.ano	
		= Consumo*transformidade*fator de conversão		
25	Equipamentos e Maquinas			
	Consumo do aço	19,01	Kg/ha	
	Transformidade	6,70E+12	seJ/ha.ano	(o)
	Fator de conversão	1,00E+00	J/ha.ano	
		= Consumo*transformidade*fator de conversão		
26	Mão de obra			
	Consumo	2,09E+09	J	
	Fator de conversão	1,00E+00	J/ha.ano	(p)
	Transformidade	4,00E+05	seJ/US\$	
		= Consumo*transformidade*fator de conversão		
	Mão de obra			
	Consumo	8,93E+06	J	
	Fator de conversão	1,00E+00	J/ha.ano	(p)
	Transformidade	1,20E+06	seJ/US\$	
		= Consumo*transformidade*fator de conversão		

(a) Albedo e radiação solar extraídos de <http://eosweb.larc.nasa.gov/sse/>

(b) Laboratório de Climatologia da EMBRAPA Amazônia Oriental, Belém, 2010

(c) Brandt-Williams, 2002; Brown e Ulgiati, 2004

(d) Brandt-Williams, 2002

(e) Brandt-Williams, 2002

(f) EMR de 2010 calculado por Pedroso, 2009

(g) Brown e Ulgiati, 2004

(h) Odum, 1996

(i) Odum, 1996

(j) Brown et al., 2001

(k) Castellini et al., 2006

(l) Cuadra e Rydberg, 2006

(m) LEIA, 2008

(n) Bastianoni et al., 2009

(o) Brown, 2001 – Folio#3