

MARCELO FRANCIA ARCO-VERDE

**SUSTENTABILIDADE BIOFÍSICA E SOCIOECONÔMICA DE SISTEMAS
AGROFLORESTAIS NA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

Tese apresentada ao Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Dr. Ivan Crespo Silva

CURITIBA

2008

DEDICATÓRIA

*"A filosofia da sala de aula de uma geração
será a filosofia do governo da geração seguinte".*

Abraham Lincoln

*Aos produtores rurais da região Amazônica,
em especial àqueles que mais necessitam de
informações adequadas para produzir
constantemente, conservar os recursos
naturais e melhorar a qualidade de vida de
suas famílias.*

*"Não há nada mais fora de propósito do que a
resposta a uma pergunta não plenamente entendida.
Somos extremamente impacientes com as perguntas e,
portanto, extremamente superficiais em valorizar a resposta".*

Peter Kreeft

*Aos gestores públicos, que efetivamente
conhecem a realidade, as necessidades e as
diferenças ambientais e culturais
da região Amazônica.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas bênçãos recebidas e por permitir a conclusão de mais uma etapa de minha vida;

À minha família: Yorleni, por toda paciência, sabedoria, amor e orações nos momentos mais difíceis; Victoria, filha sempre alegre, dinâmica e companheira, representa o amor que jamais havia sentido...; mãe Eliana, madrinha Maria, irmão Marcos e Rudinei, por me fazerem amadurecer.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), especialmente à EMBRAPA Roraima, representada pelo Chefe Geral, Dr. Antônio Carlos Centeno Cordeiro, pelo apoio, confiança e pelo aprimoramento profissional;

À Universidade Federal do Paraná (UFPR), por meio do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, representado pela Dra. Graciela Inês Bolzon Muniz, por todo apoio acadêmico;

Ao Dr. Ivan Crespo Silva, por seu trabalho irretocável de orientação, excelente profissionalismo, ética e amizade em seu mais alto nível;

Ao comitê de orientação, formado pelo Dr. Edílson Batista de Oliveira e Dr. Bruno Reissmam, pelas significativas contribuições para o aperfeiçoamento do trabalho;

À banca examinadora, formada pelos Drs. Silvio Brienza Junior, Sueli Sato Martins, Francisco Paulo Chaimsohn, Roberto Rochadelli e Alessandro Camargo Ângelo, pelas sugestões e correções apresentadas;

Aos amigos Antônio e Rosana Higa, pelos momentos de incentivo e apoio;

Ao Alessandro Camargo Ângelo, por sua visão de vida e importantes discussões voltadas para o melhor entendimento e interação das diferentes áreas atuantes no meio rural;

Ao Dr. Eduardo Alberto Vilela Morales, por sua confiança e ensinamentos;

Aos colegas e pesquisadores Dalton Roberto Schwengber, Moisés Mourão Júnior, Carlos Eugênio Vitoriano Lopes, Haron Xaud, Daniel Gianluppi, Marcos Moreira, Otoniel Ribeiro Duarte, Geraldo Nogueira (*in memorium*), que desde 1995 contribuíram efetivamente em fases importantes para o desenvolvimento deste trabalho;

Aos funcionários responsáveis pelo apoio administrativo da Embrapa Roraima, representado por Miguel Amador, sempre ativos e dispostos para contribuir com o desenvolvimento da pesquisa;

Aos técnicos agrícolas Gilmar, Neivan, Luís Vicente, Ozélio, Telles, Mário e Manoel, pela determinação, objetividade e confiança inabalável;

À Rita de Cássia e sua equipe do laboratório de solos e plantas, pela perseverança, dedicação e pontualidade;

Aos tratoristas Claudino, Geraldo e Valdemar; aos operários rurais Alcimir, Décio, Gerbe, Hugo, João Eudes, José Rodrigues, Luís Moreira, Manuel Honorato, Paulo, Pedro, Valdivino, pelo esforço e cuidado durante a implantação e manutenção do experimento;

Aos produtores rurais Antônio de Jesus, Carlos Augusto Gomes de Lima, Dourival Barbosa dos Santos, Eduardo Luis dos Santos Neto, Francisco da Conceição Nascimento, João Florentino da Silva, Lauri (*in memorium*), Lucimar e Jacilvandro Correia, Militão Pereira, Neli de Andrade (*in memorium*), Paulo Faustino Oliveira, Pedro Rodrigues da Silva, Raimundo Mendonça e Salaciel Pereira de Araújo, pela confiança, respeito e dedicação durante os momentos de aprendizado em conjunto nas etapas de validação dos sistemas agroflorestais;

Aos estagiários João, Eliselda, Jainy e Maria Ivoneide, pela perseverança e busca constante do aperfeiçoamento nas atividades de pesquisa;

Ao amigo Silas Mochiutti e família, sempre fortalecendo o caráter, a ética e o respeito entre as pessoas;

Ao Dr. Erick Fernandes, brilhante amigo, professor e cientista, com a palavra certo no momento oportuno, sempre lembrado por seu dinamismo, autoconfiança e conhecimento;

À família Cortázio, pelos momentos de alegria e bem-estar proporcionados;

A todos que colaboraram direta ou indiretamente nas fases necessárias para a conclusão deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Marcelo Francia Arco-Verde, filho de Irlan Prohmann Arco-Verde (†) e Eliana Francia Arco-Verde, nasceu em Curitiba, estado do Paraná, no dia 24 de janeiro de 1967.

Em 1985 iniciou o curso de Engenharia Florestal, na Universidade Federal do Paraná (UFPR), graduando-se em 1989 com o título de Engenheiro Florestal.

Em 1990 lecionou as disciplinas de Silvimetria e Fotogrametria e Fotointerpretação no curso de Engenharia Florestal da Universidad Técnica del Beni, Bolívia.

Em 1991 trabalhou como extensionista da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do estado do Amazonas.

De 1992 a 1994 trabalhou na implantação e pesquisa de sistemas agroflorestais para a recuperação de áreas degradadas na Amazônia Ocidental, convênio entre a Universidade Estadual da Carolina do Norte e Embrapa Amazonas.

Em 1993 realizou a especialização em Sistemas Agroflorestais no Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Costa Rica.

Por meio de concurso público realizado em 1994, foi aprovado para ocupar o cargo de pesquisador, na área de silvicultura, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) no estado de Roraima.

Em 1995 realizou a especialização em Diagnóstico e Desenho de Sistemas Agroflorestais no International Council For Research In Agroforestry (ICRAF), Quênia.

Ingressou no programa de pós-graduação do CATIE em 1997, orientado pelo Dr. Donald Kass, obtendo o grau de *Magister Science* em Sistemas Agroflorestais em dezembro de 1998.

Em 2001 realizou a especialização em Manejo Diversificado de Florestas Naturais no CATIE, Costa Rica.

Em março de 2004, ingressou no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, da UFPR, para obtenção em 2008, do título de Doutor em Ciências Florestais na área de concentração em silvicultura.

SUMÁRIO

LISTA DE SÍMBOLOS.....	ix
LISTA DE SIGLAS.....	x
LISTA DE GRÁFICOS.....	xi
LISTA DE TABELAS.....	xiii
LISTA DE FIGURAS.....	xvi
LISTA DE FOTOGRAFIAS.....	xviii
RESUMO.....	xix
ABSTRACT.....	xx
RESUMEN.....	xxi
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	1
1. CAPÍTULO 1: CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE CULTURAS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS ASSOCIADOS A FATORES BIOFÍSICOS NO ESTADO DE RORAIMA.....	3
1.1. INTRODUÇÃO.....	4
1.2. PROBLEMA.....	5
1.3. JUSTIFICATIVA.....	6
1.4. HIPÓTESES.....	8
1.5. OBJETIVOS.....	8
1.6. REVISÃO DE LITERATURA.....	9
1.6.1. Planejamento Aplicado de Sistemas Agroflorestais.....	9
1.6.2. Modelos Agroflorestais na Amazônia	10
1.6.3. Sistema Tradicional da Agricultura no Estado de Roraima	13
1.6.4. Ciclagem de Nutrientes em Sistemas Agroflorestais	15
1.6.5. Matéria Orgânica.....	18
1.7. MATERIAIS E MÉTODOS	21
1.7.1. Descrição da Área de Estudo.....	21
1.7.2. Descrição dos Modelos Agroflorestais.....	23
1.7.3. Seleção e Função dos Componentes do Sistema.....	24
1.7.4. Fertilização das Culturas Agrícolas.....	28
1.7.5. Manutenção das Espécies Agroflorestais.....	29
1.7.6. Análise de Nutrientes do Solo.....	30
1.7.7. Análise de Nutrientes da Biomassa.....	30
1.8. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
1.8.1. Alterações Químicas do Solo.....	32
1.8.2. Produção e Decomposição da Biomassa.....	41
1.8.3. Produtividade dos Componentes Agroflorestais.....	45
1.8.3.1 Culturas anuais.....	45
1.8.3.2 Frutífera semi-perene: bananeira.....	46
1.8.3.3 Frutíferas perenes.....	48
1.8.3.4 Crescimento das espécies florestais.....	51
1.9 CONCLUSÕES.....	52
1.10 RECOMENDAÇÃO.....	53
1.11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
2 CAPÍTULO 2: INDICADORES FINANCEIROS DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NO ESTADO DE RORAIMA.....	61
2.1 INTRODUÇÃO.....	62
2.2 PROBLEMA.....	63
2.3 JUSTIFICATIVA.....	64

2.4	HIPÓTESES.....	65
2.5	OBJETIVOS.....	66
2.6	REVISÃO DE LITERATURA.....	67
2.6.1	Características Econômicas do Estado de Roraima.....	67
2.6.2	Importância da Análise Financeira.....	69
2.6.3	Critérios para a Elaboração da Análise Financeira.....	69
2.6.4	Avaliação da Viabilidade de Projetos Agroflorestais.....	70
2.6.5	Indicadores Financeiros.....	72
2.7	MATERIAL E MÉTODOS.....	74
2.7.1	Localização e Descrição da Área de Estudo.....	74
2.7.2	Descrição dos Modelos Agroflorestais.....	76
2.7.3	Definição de Critérios para Realizar a Análise Financeira.....	82
2.7.4	Centro de Custos e Receitas – Fluxo de Caixa.....	85
2.7.5	Organização da Planilha de Custos e Receitas.....	86
2.8	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	87
2.8.1	Custos, Receitas e Renda Líquida.....	87
2.8.1.1	Custos, receitas e renda líquida para o SAF M ₁	87
2.8.1.2	Custos, receitas e renda líquida para o SAF M ₂	89
2.8.2	Uso de Mão-de-obra.....	92
2.8.3	Custos de Mão-de-obra e Insumos.....	93
2.8.4	Distribuição Anual dos Custos de Mão-de-obra.....	96
2.8.5	Custos, Receitas e Renda Líquida das Culturas Anuais.....	99
2.8.6	Custos, Receitas e Renda Líquida da Cultura da Bananeira.....	102
2.8.7	Custos, Receitas e Renda Líquida do Cupuaçuzeiro.....	105
2.8.8	Custos, Receitas e Renda Líquida da Pupunheira.....	108
2.8.9	Custos, Receitas e Renda Líquida da Castanheira.....	111
2.8.10	Custos, Receitas e Renda Líquida da Cupiúba.....	113
2.8.11	Participação dos Componentes Agroflorestais em Relação aos Custos e Receitas Totais.....	116
2.8.12	Indicadores Financeiros.....	117
2.9	CONCLUSÕES.....	125
2.10	RECOMENDAÇÕES.....	126
2.11	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	127
3	CAPÍTULO 3: PROGNOSES SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NO ESTADO DE RORAIMA.....	131
3.1	INTRODUÇÃO.....	132
3.2	PROBLEMA.....	133
3.3	JUSTIFICATIVA.....	134
3.4	HIPÓTESES.....	136
3.5	OBJETIVOS.....	136
3.6	REVISÃO DE LITERATURA.....	138
3.6.1	A Comercialização de Produtos Agropecuários na Amazônia.....	138
3.6.2	Agregação de Valor aos Produtos Agroflorestais.....	142
3.6.3	Linhas de Crédito e Incentivos Fiscais para SAFs na Amazônia.....	144
3.6.4	Características do Fundo Constitucional do Norte (FNO).....	145
3.6.5	Vantagens Fiscais no Estado de Roraima.....	146
3.7	MATERIAL E MÉTODOS.....	148
3.7.1	Localização e Descrição da Área de Estudo.....	148

3.7.2	Descrição dos Modelos Agroflorestais.....	150
3.7.3	Definição de Critérios para Realizar a Análise Financeira.....	155
3.7.4	Centro de Custos e Receitas – Fluxo de Caixa.....	158
3.7.5	Organização da Planilha de Custos e Receitas.....	159
3.7.6	Pressupostos para a Análise de Sensibilidade.....	159
3.8	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	160
3.8.1	Análise de Sensibilidade.....	160
3.8.1.1	Variação nos custos totais (CT).....	160
3.8.1.2	Variação nos custos de mão-de-obra (CMO).....	161
3.8.1.3	Variação nos custos dos insumos (CI).....	163
3.8.1.4	Variação na receita total (RT).....	164
3.8.1.5	Variação de preços dos frutos de cupuaçu (VPCp).....	165
3.8.2	Pressuposto para Agregação de Valor – Polpa de Cupuaçu	167
3.8.3	Modelo Agroflorestal Otimizado – Sistema Agrossilvicultural com Aléia Permanente (SAAP).....	171
3.9	CONCLUSÕES.....	177
3.10	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	178
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	181
	ANEXOS.....	183

LISTA DE SÍMBOLOS

Al	Alumínio
B/C	Relação Benefício Custo
Ca	Cálcio
K	Potássio
M₁	Modelo Agroflorestal 1
M₂	Modelo Agroflorestal 2
Mg	Magnésio
N	Nitrogênio
P	Fósforo
pH	Potencial Hidrogeniônico, índice que indica o grau de acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma substância líquida

LISTA DE SIGLAS

ANOVA	Análise de Variância
BASA	Banco da Amazônia
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CEPLAC	Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira
CI	Custos de Insumos
CMO	Custos de Mão-de-obra
CT	Custos Totais
CTC	Capacidade de Troca Catiônica
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FaCA	Faixa Permanente para o Plantio de Culturas Anuais
FINAM	Fundo de Investimentos da Amazônia
FNO	Fundo Constitucional do Norte
FUNDER	Fundo de Desenvolvimento Econômico e Social do Estado de Roraima
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
INPA	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MMRCM	Mercado Municipal Romeu Caldas Magalhães
MST	Movimento dos Trabalhadores Sem-Terra
ONG	Organização Não Governamental
PFNM	Produto Florestal Não Madeirável
PIN	Programa de Integração Nacional
PRNT	Poder Relativo de Neutralização Total
PROAGRIN	Programa de Apoio ao Desenvolvimento da Agroindústria
PROCATEC	Programa de Apoio à Capacitação Tecnológica
PROMICRO	Programa de Apoio às Micro-Empresas
RT	Receita Total
RR	Estado de Roraima
SAAP	Sistema Agrossilvicultural com Aléia Permanente
SAF	Sistema Agroflorestal
TIR	Taxa Interna de Retorno
TRI	Tempo de Retorno do Investimento
VAC	Valor Atual dos Custos
VAR	Valor Atual das Receitas
VPL	Valor Presente Líquido

LISTA DE GRÁFICOS

CAPÍTULO 1

GRÁFICO 1	ALTERAÇÕES DE pH (H ₂ O) NO SOLO DOS MODELOS AGROFLORESTAIS M ₁ e M ₂	33
GRÁFICO 2	TEOR DE ALUMÍNIO (cmolc dm ⁻³) NO SOLO DOS MODELOS AGROFLORESTAIS M ₁ e M ₂	34
GRÁFICO 3	TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA (g dm ³) NO SOLO DOS MODELOS AGROFLORESTAIS M ₁ e M ₂	35
GRÁFICO 4	TEOR DE FÓSFORO (mg dm ³) NO SOLO DOS MODELOS AGROFLORESTAIS M ₁ e M ₂	36
GRÁFICO 5	TEOR DE POTÁSSIO (mg dm ³) NO SOLO DOS MODELOS AGROFLORESTAIS M ₁ e M ₂	38
GRÁFICO 6	TEOR DE CÁLCIO (cmolc dm ⁻³) NO SOLO DOS MODELOS AGROFLORESTAIS M ₁ e M ₂	39
GRÁFICO 7	TEOR DE MAGNÉSIO (cmolc dm ⁻³) NO SOLO DOS MODELOS AGROFLORESTAIS M ₁ e M ₂	40

CAPITULO 2

GRÁFICO 1	CUSTOS, RECEITAS E RENDA LÍQUIDA DO SAF M ₁ DURANTE O PERÍODO DE 20 ANOS.....	88
GRÁFICO 2	CUSTOS, RECEITAS E RENDA LÍQUIDA DO SAF M ₂ DURANTE O PERÍODO DE 20 ANOS.....	90
GRÁFICO 3	DIÁRIAS DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS M ₁ e M ₂ DURANTE O PERÍODO DE 20 ANOS.....	92
GRÁFICO 4	CUSTOS DE MÃO-DE-OBRA E DE INSUMOS DOS COMPONENTES AGROFLORESTAIS DO MODELO M ₁ DURANTE O PERÍODO DE 20 ANOS.....	94
GRÁFICO 5	CUSTOS DE MÃO-DE-OBRA E DE INSUMOS DOS COMPONENTES AGROFLORESTAIS DO MODELO M ₂ DURANTE O PERÍODO DE 20 ANOS.....	95
GRÁFICO 6	DISTRIBUIÇÃO ANUAL DOS CUSTOS DE MÃO-DE-OBRA DOS COMPONENTES DO SISTEMA M ₁ DURANTE 20 ANOS.....	97

GRÁFICO 7	DISTRIBUIÇÃO ANUAL DOS CUSTOS DE MÃO-DE-OBRA DOS COMPONENTES DO SISTEMA M ₂ DURANTE 20 ANOS.....	98
GRÁFICO 8	CUSTOS, RECEITAS E RENDA LÍQUIDA DAS CULTURAS DO ARROZ (ANOS 1 E 2) E MANDIOCA (ANO 3) NO SAF M ₁	100
GRÁFICO 9	CUSTOS, RECEITAS E RENDA LÍQUIDA DAS CULTURAS DO MILHO (ANO 1), SOJA (ANO 2) E MANDIOCA (ANO 3) NO SAF M ₂	101
GRÁFICO 10	CUSTOS, RECEITAS E RENDA LÍQUIDA DA CULTURA DA BANANEIRA NO SAF M ₁	103
GRÁFICO 11	CUSTOS, RECEITAS E RENDA LÍQUIDA DA CULTURA DA BANANEIRA NO SAF M ₂	104
GRÁFICO 12	CUSTOS, RECEITAS E RENDA LÍQUIDA DO CUPUAÇUZEIRO NO SAF M ₁	105
GRÁFICO 13	CUSTOS, RECEITAS E RENDA LÍQUIDA DO CUPUAÇUZEIRO NO SAF M ₂	107
GRÁFICO 14	CUSTOS, RECEITAS E RENDA LÍQUIDA DA PUPUNHEIRA NO SAF M ₁	109
GRÁFICO 15	CUSTOS, RECEITAS E RENDA LÍQUIDA DA PUPUNHEIRA NO SAF M ₂	110
GRÁFICO 16	CUSTOS, RECEITAS E RENDA LÍQUIDA DA CASTANHEIRA NO SAF M ₁	112
GRÁFICO 17	CUSTOS, RECEITAS E RENDA LÍQUIDA DA CASTANHEIRA NO SAF M ₂	113
GRÁFICO 18	CUSTOS, RECEITAS E RENDA LÍQUIDA DA CUPIÚBA NO SAF M ₁	114
GRÁFICO 19	CUSTOS, RECEITAS E RENDA LÍQUIDA DA CUPIÚBA NO SAF M ₂	115
GRÁFICO 20	TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO NO SAF M ₁ DURANTE 20 ANOS (VALORES ATUALIZADOS A UMA TAXA DE JUROS DE 8%).....	118
GRÁFICO 21	TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO NO SAF M ₂ DURANTE 20 ANOS (VALORES ATUALIZADOS A UMA TAXA DE JUROS DE 8%).....	119

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

TABELA 1	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO NO INÍCIO DA IMPLANTAÇÃO DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS.....	22
TABELA 2	CLASSIFICAÇÃO, FUNÇÃO E DENSIDADE DAS ESPÉCIES COMPONENTES DOS MODELOS AGROFLORESTAIS.....	26
TABELA 3	PERMANÊNCIA DOS COMPONENTES NOS SAFs M ₁ E M ₂ AO LONGO DO TEMPO.....	27
TABELA 4	PRÁTICAS DE MANEJO REALIZADAS NA IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS.....	29
TABELA 5	BIOMASSA E NUTRIENTES DE <i>Inga edulis</i> ADICIONADOS AOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS M ₁ E M ₂ AOS 3 ANOS DE IDADE.....	42
TABELA 6	TAXA DE DECOMPOSIÇÃO (%) DA FITOMASSA DA CASTANHEIRA, CUPUAÇUZEIRO E GLIRICÍDIA, EM FUNÇÃO DOS DIAS DE AVALIAÇÃO E PARÂMETROS DO MODELO NÃO-LINEAR AJUSTADO.....	43
TABELA 7	PRODUTIVIDADE (kg ha ⁻¹) DAS CULTURAS ANUAIS NOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS M ₁ E M ₂	45
TABELA 8	PRODUTIVIDADE (kg ha ⁻¹) DA BANANEIRA NOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS M ₁ E M ₂	47
TABELA 9	PRODUTIVIDADE DO CUPUAÇUZEIRO E DA PUPUNHEIRA NOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS M ₁ E M ₂	48
TABELA 10	CRESCIMENTO DA CASTANHEIRA E DA CUIÚBA EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS M ₁ E M ₂ E EM MONOCULTIVO.....	51

CAPÍTULO 2

TABELA 1	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO NO INÍCIO DA IMPLANTAÇÃO DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS.	75
TABELA 2	FUNÇÃO E DENSIDADE DAS ESPÉCIES COMPONENTES DOS MODELOS AGROFLORESTAIS.....	79
TABELA 3	PERMANÊNCIA DOS COMPONENTES NOS SAFS AO LONGO DO TEMPO.....	80
TABELA 4	PARTICIPAÇÃO DOS COMPONENTES AGROFLORESTAIS EM RELAÇÃO AOS CUSTOS E RECEITAS TOTAIS DOS MODELOS AGROFLORESTAIS M ₁ E M ₂	116
TABELA 5	VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL), RELAÇÃO BENEFÍCIO CUSTO (B/C), TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR), VALOR ATUAL DOS CUSTOS (VAC) E VALOR ATUAL DAS RECEITAS (VAR) DOS MODELOS AGROFLORESTAIS M ₁ E M ₂ AVALIADOS EM 4 PERÍODOS DURANTE 20 ANOS	121

CAPÍTULO 3

TABELA 1	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO NO INÍCIO DA IMPLANTAÇÃO DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS.....	149
TABELA 2	FUNÇÃO E DENSIDADE DAS ESPÉCIES COMPONENTES DOS MODELOS AGROFLORESTAIS.....	152
TABELA 3	PERMANÊNCIA DOS COMPONENTES NOS SAFS AO LONGO DO TEMPO.....	153
TABELA 4	ESTIMATIVA DOS INDICADORES FINANCEIROS PARA OS MODELOS M ₁ e M ₂ DE ACORDO COM VARIAÇÕES DOS CUSTOS TOTAIS EM 20 ANOS.....	160
TABELA 5	ESTIMATIVA DOS INDICADORES FINANCEIROS PARA OS MODELOS M ₁ e M ₂ DE ACORDO COM VARIAÇÕES DOS CUSTOS DE MÃO-DE-OBRA EM 20 ANOS.....	162
TABELA 6	ESTIMATIVA DOS INDICADORES FINANCEIROS PARA OS MODELOS M ₁ e M ₂ DE ACORDO COM VARIAÇÕES	

	DOS CUSTOS DE INSUMOS EM 20 ANOS.....	163
TABELA 7	ESTIMATIVA DOS INDICADORES FINANCEIROS PARA OS MODELOS M ₁ e M ₂ DE ACORDO COM A VARIAÇÃO DA RECEITA TOTAL EM 20 ANOS.....	164
TABELA 8	ESTIMATIVA DOS INDICADORES FINANCEIROS PARA OS MODELOS M ₁ e M ₂ DE ACORDO COM A VARIAÇÃO DOS PREÇOS DOS FRUTOS DE CUPUAÇU EM 20 ANOS.....	166
TABELA 9	ESTIMATIVA DOS INDICADORES FINANCEIROS DOS MODELOS AGROFLORESTAIS COM USO DE POLPA DE CUPUAÇU NA ENTRESSAFRA (R\$ 3,00.kg ⁻¹) COMPARADOS COM OS MODELOS DE REFERÊNCIA AVALIADOS DURANTE 20 ANOS.....	168
TABELA 10	ESTIMATIVA DOS INDICADORES FINANCEIROS DOS MODELOS AGROFLORESTAIS COM USO DE POLPA DE CUPUAÇU NA SAFRA (R\$ 1,50.kg ⁻¹) COMPARADOS COM OS MODELOS DE REFERÊNCIA AVALIADOS DURANTE 20 ANOS.....	169
TABELA 11	ESTIMATIVA DOS INDICADORES FINANCEIROS DOS MODELOS M ₁ e M ₂ COM AGREGAÇÃO DE VALOR (COM VENDA DA POLPA A R\$ 5.00 kg ⁻¹).....	171
TABELA 12	DENSIDADE ORIGINAL E OTIMIZADA DAS ESPÉCIES DOS MODELOS AGROFLORESTAIS.....	175
TABELA 13	VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL), RELAÇÃO BENEFÍCIO CUSTO (B/C) E TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR) DO SAAP E M ₂ AVALIADOS EM 4 PERÍODOS DURANTE 20 ANOS.....	176

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

FIGURA 1	SISTEMA TRADICIONAL DE AGRICULTURA EM RORAIMA	14
FIGURA 2	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	21
FIGURA 3	VALORES MÉDIOS E INTERVALO DE CONFIANÇA DE 95% PARA OS VALORES DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA SEMANAL, NO CAMPO EXPERIMENTAL CONFIANÇA.....	22
FIGURA 4a	COMPOSIÇÃO DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA FASE INICIAL ATÉ O SÉTIMO ANO.....	25
FIGURA 4b	COMPOSIÇÃO DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS DO OITAVO AO VIGÉSIMO ANO.....	25
FIGURA 5	PERFIL DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS M ₁ E M ₂ AOS DOZE ANOS DE IDADE.....	27
FIGURA 6	TAXA DE DECOMPOSIÇÃO DE FOLHAS DE <i>Bertholletia excelsa</i> , <i>Gliricidia sepium</i> E <i>Theobroma grandiflorum</i>	44

CAPÍTULO 2

FIGURA 1	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	74
FIGURA 2	VALORES MÉDIOS E INTERVALO DE CONFIANÇA DE 95% PARA OS VALORES DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA SEMANAL, NO CAMPO EXPERIMENTAL CONFIANÇA.....	75
FIGURA 3a	COMPOSIÇÃO DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA FASE INICIAL ATÉ O SÉTIMO ANO.....	77
FIGURA 3b	COMPOSIÇÃO DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS DO OITAVO AO VIGÉSIMO ANO.....	77
FIGURA 4	PERFIL DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS M ₁ E M ₂ AOS DOZE ANOS DE IDADE.....	81

CAPÍTULO 3

FIGURA 1	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	148
-----------------	------------------------------------	-----

FIGURA 2	VALORES MÉDIOS E INTERVALO DE CONFIANÇA DE 95% PARA OS VALORES DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA SEMANAL, NO CAMPO EXPERIMENTAL CONFIANÇA.....	149
FIGURA 3a	COMPOSIÇÃO DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA FASE INICIAL ATÉ O SÉTIMO ANO.....	151
FIGURA 3b	COMPOSIÇÃO DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS DO OITAVO AO VIGÉSIMO ANO.....	151
FIGURA 4	PERFIL DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS M ₁ E M ₂ AOS DOZE ANOS DE IDADE.....	154
FIGURA 5	COMPOSIÇÃO DO MODELO AGROFLORESTAL OTIMIZADO (SAAP) NA FASE INICIAL ATÉ O SÉTIMO ANO.....	174
FIGURA 6	COMPOSIÇÃO DO MODELO AGROFLORESTAL OTIMIZADO (SAAP) A PARTIR DO OITAVO ANO.....	174
FIGURA 7	PERFIL DO MODELO AGROFLORESTAL OTIMIZADO (SAAP) AOS DOZE ANOS DE IDADE.....	175

LISTA DE FOTOGRAFIAS

CAPITULO 1

FOTOGRAFIA 1	AGRICULTURA MIGRATÓRIA PRATICADA EM ÁREA DE PEQUENO PRODUTOR RURAL NO ESTADO DE RORAIMA.....	14
---------------------	--	----

CAPITULO 2

FOTOGRAFIA 1	VISTA PARCIAL DA ÁREA EXPERIMENTAL NO SEGUNDO ANO DE IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA AGROFLORESTAL, EM 1996.....	78
FOTOGRAFIA 2	VISTA PARCIAL DO SISTEMA AGROFLORESTAL AOS 8 ANOS DE IDADE.....	78

RESUMO

O principal objetivo do trabalho foi avaliar a sustentabilidade biofísica e socioeconômica de sistemas agroflorestais (SAFs) implantados no estado de Roraima. O estudo foi conduzido em campo experimental no estado de Roraima, com informações geradas entre 1995 a 2002. Dois modelos agroflorestais foram estudados, compostos por culturas anuais no início da implantação, seguida de bananeira (*Musa* sp. cv. Missouri); ingá-de-metro (*Inga edulis*); gliricídia (*Gliricidia sepium*); cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*); pupunheira (*Bactris gasipaes*); castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*); cupiúba (*Goupia glabra*). A baixa fertilidade do solo prejudicou o crescimento e a produtividade das culturas anuais, sendo que a mandioca foi a menos afetada. A biomassa proveniente das podas de ingá-de-metro e gliricídia contribuiu para a melhoria da fertilidade do solo. O cupuaçuzeiro foi a espécie que apresentou melhor resposta produtiva em solos com maior fertilidade, tornando-se o componente mais importante dos SAFs avaliados. Os SAFs estudados são viáveis financeiramente e geraram receitas em todos os anos da pesquisa. Os benefícios gerados pelas culturas anuais não foram suficientes para neutralizar os custos dos sistemas avaliados, exceto a mandioca, cultura de ampla tradição na Amazônia, que foi capaz de amortizar os custos de implantação dos SAFs. Considerando-se o desempenho cultural e econômico do cupuaçuzeiro, afirma-se que este componente deve ser considerado prioritário para compor SAFs na região. O modelo agroflorestal otimizado (SAAP) potencializa a produtividade e a rentabilidade. A prognose, considerada como meio para o planejamento, implantação e manejo dos SAFs, é uma prática eficiente para selecionar modelos agroflorestais com espécies com maior agregação de valor e mais rentáveis financeiramente. SAFs, desde que implantados e manejados corretamente, são um sistema de produção e uso da terra que conciliam o plantio de culturas perenes e anuais por um longo período, estando disponíveis para evitar as queimadas e o desflorestamento na Região Amazônica.

Palavras-chave: biomassa, produtividade, crescimento, análise financeira, prognose, sistemas agroflorestais, Roraima, Amazônia.

ABSTRACT

The main objective of this work was to evaluate the biophysical and socioeconomic sustainability of agroforestry systems (AFS) implanted in the state of Roraima. The study was lead in experimental field in the state of Roraima, with information generated between 1995 and 2002. Two agroforestry models were studied, being composites for annual cultures at the beginning of the implantation followed of banana tree (*Musa* sp. cv. Missouri); Inga (*Inga edulis*); Gliricídia (*Gliricidia sepium*); Cupuassu (*Theobroma grandiflorum*); Palm Heart (*Bactris gasipaes*); Brazil nut (*Bertholletia excelsa*); Cupiuba (*Goupia glabra*). The low fertility of soil affected the growth and the productivity of the annual crops, were the cassava had the best results. The biomass from the pruning of Inga and Gliricídia contributed for the maintenance of the soil fertility. Cupuassu was the specie that presented better productive, becoming the component most important of the AFS. The AFS studied are financially viable and generated revenues in all the years of research. The benefits generated by annual crops were not sufficient to overcome the costs of the systems evaluated, except for the cassava, culture of broad tradition in the Amazon, which has been able to pay off the costs of establishment. Considering the cultural and economic performance of cupuassu, this component should be considered priority to compose AFS in the region. The optimized agroforestry model (OAM) increase higher productivity and rentability. The prognosis, considered as a means for planning, deployment and management of AFS, is a efficient practice to select models with agroforestry species with the greatest aggregation of value and most profitable financially. AFS, since deployed and managed properly, is a system for production and use of land that arrange the planting of annual and perennial crops for a long period, are available to prevent fires and deforestation in the Amazon Region.

Keywords: biomass, productivity, growth, financial analysis, prognosis, agroforestry systems, Roraima, Amazonia.

RESUMEN

El principal objetivo del trabajo fue evaluar la sostenibilidad biofísica y socioeconómica de los sistemas agroforestales (SAFs) establecidos en el estado de Roraima. El estudio fue evaluado en campo experimental, con informaciones obtenidas entre 1995 y 2002. Fueran estudiados dos modelos agroforestales, compuestos por cultivos anuales en los primeros años seguido de banano (*Musa* sp. cv. Missouri); inga (*Inga edulis*); gliricidia (*Gliricidia sepium*); cupuazu (*Theobroma grandiflorum*); pejibaye (*Bactris gasipaes*); nuez de Brasil (*Bertholletia excelsa*); cupiúba (*Goupia glabra*). La baja fertilidad de los suelos perjudicó el crecimiento y a la productividad de los cultivos anuales, sin embargo, la yuca fue la especie menos afectada. La biomasa oriunda de las podas de inga y gliricidia contribuyeron para el mantenimiento de la fertilidad del suelo. El cupuazu fue la especie que presentó la mejor respuesta productiva en suelos con mejor fertilidad, siendo el componente más importante de los SAFs evaluados. Los SAFs estudiados son viables financieramente y generan recetas en todos los años de investigación. Los beneficios generados por los cultivos anuales no fueron suficientes para neutralizar los costos de los SAFs, excepto la yuca, cultivo de amplia tradición en la Amazonia, siendo capaz de amortiguar los costos de implantación de los SAFs. De acuerdo con el desarrollo cultural y económico del cupuazu, se puede afirmar que este es prioritario para la composición de SAFs en la zona. El modelo agroforestal optimizado (SAAP) potencializa la productividad y la rentabilidad. La prognosis, considerada una herramienta para planear, implantar y manejar SAFs, es una práctica eficiente para seleccionar modelos agroforestales con especies con valor agregado y más rentables financieramente. SAFs, desde que implantados y manejados correctamente, son un sistema de producción y uso de la tierra que concilian el plantío de cultivos perennes y anuales por un largo periodo, estando disponibles para evitar las quemadas y la deforestación en la región Amazónica.

Palabras-clave: biomasa, productividad, crecimiento, análisis financiera, prognosis, agroforestería, Roraima, Amazonia.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

No estado de Roraima, há uma crescente demanda por estudos sobre avaliação dos sistemas agroflorestais (SAFs) no que diz respeito a seus componentes, modelos e viabilidade econômica. As instituições que mais necessitam de tais informações são: a assistência técnica e extensão rural, os órgãos de pesquisa, as universidades, as instituições bancárias e de crédito rural e os produtores rurais.

Buscando atender a esta nova demanda, os trabalhos de pesquisa com SAFs iniciaram em 1995 com a formação de uma equipe multidisciplinar da Embrapa¹ (citada na seção "Agradecimentos"), buscando oferecer um sistema de produção com potencial sustentável para os produtores rurais do estado.

Os trabalhos de pesquisa iniciaram no campo experimental Confiança, pertencente à Embrapa, localizado a 90 km de Boa Vista. Esta área apresenta vegetação de floresta e clima Ami (Köppen), caracterizado como tropical chuvoso ($2.100 \text{ mm.ano}^{-1}$) com estação seca definida (aproximadamente 6 meses) e características edafoclimáticas semelhantes à maioria das propriedades rurais localizadas na parte centro-norte do estado.

Durante o processo de consolidação dos SAFs em Roraima sempre houve a necessidade de obter informações técnicas sobre as diferentes etapas de implantação e manejo dos modelos agroflorestais. Desta forma, pode-se apresentar aos representantes do meio rural, informações técnicas, biofísicas e econômicas de diferentes modelos agroflorestais compatíveis com as condições locais.

Buscando-se facilitar a leitura e a melhor compreensão deste documento, a estrutura da tese está elaborada em três capítulos, os quais podem ser consultados independentemente da ordem apresentada neste trabalho. Por fim, a seção identificada como "Considerações Finais" conclui a tese apresentando uma discussão geral a respeito das informações contidas em cada capítulo.

No capítulo 1, "Crescimento e produtividade de culturas em sistemas agroflorestais associados a fatores biofísicos na Amazônia Brasileira", apresenta-se os resultados sobre o crescimento e a produtividade das espécies estudadas ao

¹ Embrapa: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

longo de 8 anos, comparando-se estas informações com as alterações químicas do solo, identificando suas deficiências nutricionais. Também se avalia a produção e a decomposição da biomassa das árvores usadas como adubadoras no processo de ciclagem de nutrientes dos sistemas agroflorestais estudados.

No capítulo 2, "Indicadores financeiros de sistemas agroflorestais no estado de Roraima, Amazônia Brasileira", evidencia-se a viabilidade econômica dos sistemas agroflorestais nas diferentes fases de implantação e manutenção, analisando o fluxo de caixa, a demanda de mão-de-obra e define os modelos e as práticas agroflorestais mais eficientes.

No capítulo 3, "Prognoses sobre sistemas agroflorestais na Amazônia Brasileira", considera-se as oportunidades e riscos dos modelos agroflorestais, resultado da percepção dos SAFs estudados ao longo do tempo. Ao final do capítulo, após considerar todas as variáveis para a composição, manejo, uso da mão-de-obra e riscos de mercado, apresenta-se, como resultado destas considerações, um modelo agroflorestal otimizado, a partir das experiências acumuladas com os experimentos de campo.

CAPÍTULO I

CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE CULTURAS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS ASSOCIADOS A FATORES BIOFÍSICOS NO ESTADO DE RORAIMA

SUSTENTABILIDADE BIOFÍSICA E SOCIOECONÔMICA DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

1 CAPÍTULO 1: CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE CULTURAS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS ASSOCIADOS A FATORES BIOFÍSICOS NO ESTADO DE RORAIMA

1.1 INTRODUÇÃO

A agricultura sustentável deve ser tema prioritário nas estratégias de desenvolvimento de uma agenda política para mitigar a pobreza e conservar os recursos naturais na região amazônica. Os recursos naturais combinados com os recursos humanos e tecnológicos, apoiados por políticas públicas que assegurem a promoção contínua da produção e distribuição de alimentos, seguramente poderão aumentar a viabilidade dos sistemas de produção e melhorar a qualidade de vida dos produtores de baixa renda da região.

Os sistemas agroflorestais (SAFs) são uma opção viável entre os sistemas de produção sustentáveis existentes, com o principal objetivo de contribuir para a segurança alimentar e o bem-estar social e econômico dos produtores rurais, particularmente aqueles de baixa renda, assim como para a conservação dos recursos naturais.

No estado de Roraima, os trabalhos de pesquisa com SAFs iniciaram em 1995, com uma equipe multidisciplinar da Embrapa buscando oferecer um sistema de produção com potencial sustentável para os produtores rurais do estado.

De acordo com as necessidades do estado, foram desenhados modelos agroflorestais considerando fatores fundamentais para obter níveis adequados de crescimento e produtividade, como: i) seleção da área do estudo, que deveria ter características semelhantes às dos produtores rurais; ii) identificação das espécies nativas e introduzidas e suas funções em cada modelo; iii) estabelecer a ordem de implantação de cada espécie assim como o momento para substituição ou retirada;

iv) definição das práticas silviculturais e de manejo para cada espécie; v) identificação das atividades e custos de mão-de-obra nas diferentes fases de implantação dos sistemas; vi) estimativa do crescimento e da produtividade de cada componente ao longo do tempo caracterizando os diferentes benefícios e, conseqüentemente, fontes de recursos financeiros do SAF a cada ano; e vii) definição do planejamento para incentivar os produtores rurais a adotarem os SAFs em suas propriedades.

Após obter êxitos e insucessos nos primeiros anos do estudo, formou-se um grupo de trabalho interinstitucional e multidisciplinar, iniciando-se, em 1999, trabalhos de pesquisa diretamente nas áreas de produtores rurais.

Durante o processo de consolidação dos SAFs em Roraima houve a necessidade de obter informações técnicas sobre as diferentes etapas de implantação e manejo dos modelos agroflorestais. Desta forma, pode-se apresentar aos representantes do meio rural, informações técnicas e biofísicas de diferentes modelos agroflorestais compatíveis com as condições locais.

O potencial dos SAFs já é amplamente reconhecido, mas os produtores necessitam mais do que um potencial. É necessário levar e demonstrar este potencial produtivo e de serviços para a realidade rural como uma atividade sustentável do uso da terra. Consorciar árvores em base a novas tecnologias, selecionar técnicas apropriadas para diferentes categorias de usuários da terra, desenhar e planejar arranjos de campo específicos para oferecer soluções efetivas para o problema de uso da terra, são algumas das ações necessárias para alcançar as metas desejáveis com sistemas agroflorestais.

1.2 PROBLEMA

O estado de Roraima é caracterizado como uma região de alta potencialidade agrícola, definida como uma fronteira agrícola em expansão (MORALES, 2002). Entretanto, a dificuldade de abastecimento e a falência dos grandes projetos agropecuários na região indicam que os modelos de desenvolvimento propostos para a agricultura são inadequados à realidade do estado (SARAGOUSSI, 1993).

A agricultura tradicional utiliza o sistema de “derruba e queima” para o plantio de culturas de ciclo curto, especialmente arroz de sequeiro e mandioca, por períodos de um ano ou mais, aproveitando os nutrientes liberados pela queima da vegetação. Após a queima, os nutrientes diminuem pela erosão do solo e colheita das culturas. Estes fatos causam o declínio da produção e da fertilidade do solo, o que leva os produtores a reiniciarem a agricultura migratória. Em busca de alternativas para o uso racional da terra, os sistemas agroflorestais podem proporcionar a recuperação e a manutenção de áreas alteradas evitando ou minimizando a expansão continuada do desflorestamento na região.

Entretanto, a maioria dos produtores rurais de Roraima, migrantes de outras regiões do Brasil, principalmente dos estados do nordeste (ARCO-VERDE, MOURÃO JUNIOR e LOPES, 2002), não têm em sua cultura tradicional o desenvolvimento de SAFs nas propriedades rurais. A grande maioria dos produtores cultiva espécies anuais ou cultivos de subsistência, muitas vezes inadequadas para as condições edafoclimáticas da região. Também não há um grande número de modelos agroflorestais em uso nas propriedades rurais, nas diferentes regiões do estado, o que dificulta um melhor conhecimento deste sistema em comparação aos demais modelos agrícolas.

1.3 JUSTIFICATIVA

O processo de colonização da Amazônia tem provocado sérios problemas ambientais, uma vez que estimula a prática do desflorestamento como forma de beneficiamento da propriedade rural e conseqüente acesso ao título e ao crédito. Até o início da década de 80 o desflorestamento correspondeu a 0,04% da área de Roraima, aumentando para 2,83% nos últimos 20 anos (MENEZES, 2001), com reflexos negativos para o clima, o ciclo do carbono e a biodiversidade local.

O SAFs podem proporcionar uma solução concreta aos problemas específicos do uso da terra devido ao seu enfoque interdisciplinar, métodos de diagnóstico e estratégias de manejo flexível das tecnologias agroflorestais. Grandes áreas marginais e frágeis são altamente propensas a uma degradação dos recursos

naturais devido a práticas agrícolas inadequadas. Os sistemas agroflorestais podem servir como a melhor alternativa para atender eficazmente estas limitações.

Para dar garantias ao adequado desenvolvimento dos sistemas agroflorestais, necessita-se maior atenção a temas como: i) identificação de espécies prioritárias; ii) desenvolvimento de modelos agroflorestais; iii) treinamento e educação; iv) comercialização de produtos agroflorestais; e v) aspectos legais e institucionais.

Em Roraima, há crescente demanda por estudos sobre avaliação dos sistemas agroflorestais no que diz respeito a seus componentes, modelos e viabilidade econômica. Tais sistemas poderiam ser implantados em áreas que foram desflorestadas e se encontram abandonadas e/ou degradadas, proporcionando melhor uso e aproveitamento de áreas consideradas "improdutivas".

Para o planejamento e avaliação de tecnologias agroflorestais, deve-se conhecer um conjunto de práticas de manejo, considerando os seguintes aspectos: definição dos agroecossistemas de acordo com o perfil das famílias a qual está dirigido; definição dos objetivos e funções que a tecnologia deve cumprir; descrever os componentes e requerimentos demandados pela tecnologia, assim como do método de implantação e regime de manejo a serem seguidos pelos agricultores; estimativa de produção e serviços sob condições favoráveis e desfavoráveis.

Os sistemas agroflorestais, na medida em que representam possibilidades sustentáveis de uso da terra, adequam-se precisamente na estratégia e prioridade do desenvolvimento equilibrado, desejado para as zonas rurais de Roraima. Desta maneira, as tecnologias agroflorestais são ferramentas promissoras para melhorar o bem-estar da população rural e conservar seus recursos naturais; contribuir para a redução da taxa de desflorestamento, conservar a biodiversidade, manter a integridade das bacias hidrográficas e a estabilidade do clima. Potencializam também oportunidades significativas para a segurança alimentar com a oferta de múltiplos produtos, favorecendo ainda o ingresso de renda adicional para o produtor e sua família.

1.4 HIPÓTESES

- As práticas de manejo dos sistemas agroflorestais são importantes para determinar o crescimento e a produtividade das culturas consorciadas.
- Os sistemas agroflorestais podem ser produtivos em solos de baixa fertilidade.
- O plantio e manejo de espécies adubadoras em sistemas agroflorestais contribuem para a melhoria da fertilidade do solo, reduzindo a necessidade do uso de fertilizantes.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo Geral

- Avaliar o crescimento dos cultivos e a produtividade de sistemas agroflorestais no estado de Roraima.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Avaliar o crescimento e a produtividade das espécies consorciadas;
- Avaliar alterações químicas do solo sob uso das modalidades agroflorestais pesquisadas ao longo do tempo;
- Identificar deficiências nutricionais do solo visando adequação do nível de fertilização necessário aos SAFs avaliados;
- Avaliar a produção e decomposição da biomassa das árvores usadas como adubadoras no processo de ciclagem de nutrientes dos sistemas agroflorestais estudados.

1.6 REVISÃO DE LITERATURA

1.6.1 Planejamento Aplicado de Sistemas Agroflorestais

Os sistemas agroflorestais (SAFs) foram desenvolvidos com o enfoque para o manejo sustentável da terra nas duas últimas décadas. Espera-se com isso que o potencial dos sistemas agroflorestais possa proporcionar soluções aos problemas e temas que não foram adequadamente resolvidos pela agricultura moderna, com base na monocultura de grande escala.

Como resultado dos esforços científicos a esse respeito, foram definidos muitos dos conceitos e princípios atualmente em uso sobre os sistemas agroflorestais; descritas diversas modalidades agroflorestais tradicionais que tiveram êxito em diferentes condições biofísicas; desenvolvidos procedimentos metodológicos para as intervenções agroflorestais; e, desenhadas tecnologias para atender problemas específicos de uso da terra (KRISHNAMURTHY e ÁVILA, 1999).

O benefício mútuo entre todos os componentes de produção, através de interações positivas, é o que os profissionais da área desejam e esperam dos SAFs. De fato, muitas interações positivas podem existir em sistemas agrossilviculturais bem planejados, adaptados às condições biofísicas específicas e com amplo potencial de adoção pelos produtores rurais da região. Na realidade, muitas das considerações sobre os benefícios agroflorestais estão respaldadas em pouca evidência científica e mais em observações de campo (KRISHNAMURTHY e ÁVILA, 1999).

Para que os sistemas agroflorestais se transformem em uma ciência emergente na área de manejo de recursos naturais, com abrangentes aplicações no meio rural, é necessário formular hipóteses plausíveis por meio de um raciocínio indutivo, provar e validar as hipóteses em experimentos dedutivos e obter resultados previsíveis que sejam de ampla aplicabilidade (SÁNCHEZ, 1995).

1.6.2 Modelos Agroflorestais na Amazônia

O processo de colonização da Amazônia tem provocado sérios problemas ambientais, uma vez que estimulam a prática do desflorestamento extensivo e predatório como forma de beneficiamento da propriedade rural. Até o início da década de 80 o desflorestamento correspondia a 0,04% da área do estado de Roraima, aumentando para 2,83% nos últimos 20 anos. Este fato projeta fortes impactos ambientais na região, considerando-se que as áreas de floresta tropical são de vital importância para os padrões climáticos, ciclo do carbono e biodiversidade (BECKER, 2001).

Tendo em vista as políticas e posições conflitantes quanto à ocupação e ao desenvolvimento da Amazônia, o maior desafio é definir e implementar um novo padrão de desenvolvimento capaz de melhorar as condições de vida da população, de estancar o desflorestamento e utilizar o seu patrimônio natural dentro do conceito de sustentabilidade (BECKER, 2001). Neste contexto, os sistemas agroflorestais têm demonstrado grande potencial para se contrapor ao desflorestamento por três razões principais (SMITH *et al.*, 1998):

- 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.

Na Amazônia, a estratégia para a produção agropecuária extensiva se baseia em duas vertentes características que são a produção agrícola em monocultivo e a pecuária a pleno sol, geralmente com subutilização dos recursos disponíveis. Com a necessidade de otimizar o uso da terra devido ao aumento populacional e a crescente demanda por bens e serviços agroflorestais, políticas públicas nos trópicos úmidos têm voltado sua atenção para propostas que integrem cultivos anuais, espécies forrageiras e madeiráveis em uma mesma unidade de área (NAIR, 1993).

Os primeiros modelos agroflorestais na Amazônia brasileira surgiram de forma isolada, sem o estabelecimento de um programa de pesquisa entre as instituições da região. Algumas dificuldades encontradas foram a ausência de um diagnóstico prévio, dificultando o êxito de algumas ações de desenvolvimento agroflorestal e o pouco apoio de instituições experientes, não oferecendo especialistas agroflorestais e recursos financeiros para a pesquisa (MARQUES *et al.*, 1994).

Em Rondônia, pesquisadores da CEPLAC² iniciaram o primeiro projeto agroflorestal no estado em 1972, no município de Ouro Preto d'Oeste, com a implantação de modelos compostos por cacaueteiro (*Theobroma cacao*) como o principal cultivo, bananeira (*Musa* sp.) para sombreamento provisório; e espécies florestais como ipê-roxo (*Tabebuia serratifolia*), mogno (*Swietenia macrophylla*), eritrina (*Erythrina* sp.), paliteira (*Clitoria racemosa*), ingá (*Inga edulis*) e bandarrea (*Schizolobium* sp.) entre outras (SOUZA *et al.*, 1994).

A partir de 1974, a Embrapa inicia o programa de pesquisa agroflorestal em terras rondonienses introduzindo a teca (*Tectona grandis*) em SAFs, como também experimentos com seringueira (*Hevea brasiliensis*), cafeeiro (*Coffea* sp.) e cacaueteiro consorciados, espécies de grande importância na economia do estado (SOUZA *et al.*, 1994).

Buscando alternativas agroflorestais para pequenas propriedades rurais, em 1987, pesquisadores da Embrapa implantaram diferentes modelos agroflorestais, em área experimental, compostos por castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*), freijó-louro (*Cordia alliodora*), pupunheira (*Bactris gasipaes*), cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*), pimenta-do-reino (*Piper nigrum*), bananeira e culturas anuais (SOUZA *et al.*, 1994).

No estado do Acre, os SAFs despertaram maior interesse a partir dos anos 90, principalmente por influência de sindicatos, entidades de classes produtoras, instituições de pesquisa e extensão rural e organizações não governamentais (OLIVEIRA *et al.*, 1994). Neste mesmo período, a Embrapa, inclui a perspectiva de sustentabilidade agrícola em seus programas de pesquisa, e transforma seus seis centros de pesquisa na Amazônia em Centros de Pesquisa Agroflorestal (FLORES, 1991).

² CEPLAC: Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira.

As modalidades agroflorestais no Acre estão compostas por árvores frutíferas, principalmente cupuaçuzeiro e a espécie florestal itaubarana (*Trichilia* sp.) (OLIVEIRA *et al.*, 1994).

A pesquisa no estado do Pará tem se destacado com práticas agroflorestais que evitam a queimada da vegetação durante a fase de preparo da área. Esta técnica de manejo da vegetação secundária, deixando-a em pousio, recupera áreas degradadas, aumenta o estoque de carbono no solo e auxilia na recuperação da fertilidade do solo (SÁ E ALEGRE, 2001).

As práticas agroflorestais no Pará são relevantes em áreas de produtores da colônia nipo-brasileira localizada no município de Tomé-Açú, desenvolvidas a partir do final da década de 50. As espécies mais importantes dos consórcios são: pimenta-do-reino, cacauzeiro, dendezeiro (*Elaeis guineensis*), andiroba (*Carapa guianensis*), seringueira, mamoeiro e maracujazeiro. A partir da década de 80, o plantio de espécies frutíferas ganhou relevância, com a inclusão do cupuaçuzeiro, acerola (*Malpighia emarginata*), mangostão (*Garcinia mangostana*), rambutã (*Nephelium lappaceum*), taperebá (*Spondias mombin*) e açaí (*Euterpe oleraceae*) (MENEZES *et. al.*, 2004).

Em Roraima, as pesquisas com SAFs iniciaram em 1995, com a implantação de sistemas agrossilviculturais compostos por culturas anuais (arroz, milho, soja, feijão caupi (*Vigna* sp.) e mandioca), bananeira, ingá-de-metro, gliricídia (*Gliricidia sepium*), cupuaçuzeiro, pupunheira, castanha-do-Brasil e cupiúba (*Goupia glabra*) e sistemas agrossilvipastoris, compostos por culturas anuais, ingá, teca, paricá (*Schizolobium amazonicum*), pastagem (*Brachiaria brizanta*) e gado (ARCO-VERDE, SCHWENGBER e DUARTE, 1999; ARCO-VERDE *et al.*, 2000).

Na região amazônica, a maior parte dos modelos agroflorestais em uso são agrossilviculturais, onde as espécies florestais estão associadas, principalmente, aos cultivos anuais e às árvores frutíferas. Dentre as espécies frutíferas, CARVALHO (2006) menciona como de maior ocorrência em SAFs o cupuaçuzeiro, a pupunheira, a bananeira, a castanheira-do-Brasil e o açazeiro.

Deve-se ressaltar que existe um grande número de exemplos de SAFs "informais", tipo "pomares caseiros", em propriedades de pequenos produtores rurais ao longo das estradas da região e em comunidades rurais que, de certo modo, têm

passado relativamente despercebidos nos estudos sobre a adoção de SAFs. Entretanto, considerando-se as características intrínsecas destas práticas, as mesmas podem servir de base para o desenvolvimento de SAFs com altos níveis de sustentabilidade na região, precisando, para isto, serem identificados e caracterizados do ponto de vista biofísico e socioeconômico (MARQUES *et al.*, 1994).

1.6.3 Sistema Tradicional da Agricultura no Estado de Roraima

Agricultura itinerante ou agricultura de derruba e queima ou agricultura de roça são alguns nomes que identificam o sistema de produção tradicional utilizado por produtores de baixa renda no estado de Roraima, assim como já foi amplamente descrito para a Amazônia (NAIR, 1989 e 1991; BANDY, GARRITY e SÁNCHEZ, 1994; KRISHNAMURTHY e ÁVILA, 1999).

O sistema consiste na retirada de aproximadamente 0,5 a 2 ha da floresta nativa ou da vegetação secundária (FOTOGRAFIA 1) através do corte e queimada da vegetação que ocorre, normalmente, no período seco do estado de Roraima, entre os meses de outubro a março.

Em seguida as culturas anuais são plantadas durante o período de dois a três anos. A época de plantio está compreendida, geralmente, entre os meses de abril a agosto. Após esta fase a área é abandonada devido, principalmente, à diminuição da fertilidade do solo e à dificuldade para o controle de plantas invasoras. A próxima etapa é a seleção de uma nova área para reiniciar mais um ciclo de plantio.

O produtor rural mantém a área abandonada em pousio durante o período de quatro a oito anos para poder retornar ao local e reiniciar o ciclo de plantio (FIGURA 1). Durante o pousio a vegetação secundária ou "juquira", como é chamada na região, cresce rapidamente contribuindo para o acúmulo de nutrientes e aumento da fertilidade do solo.

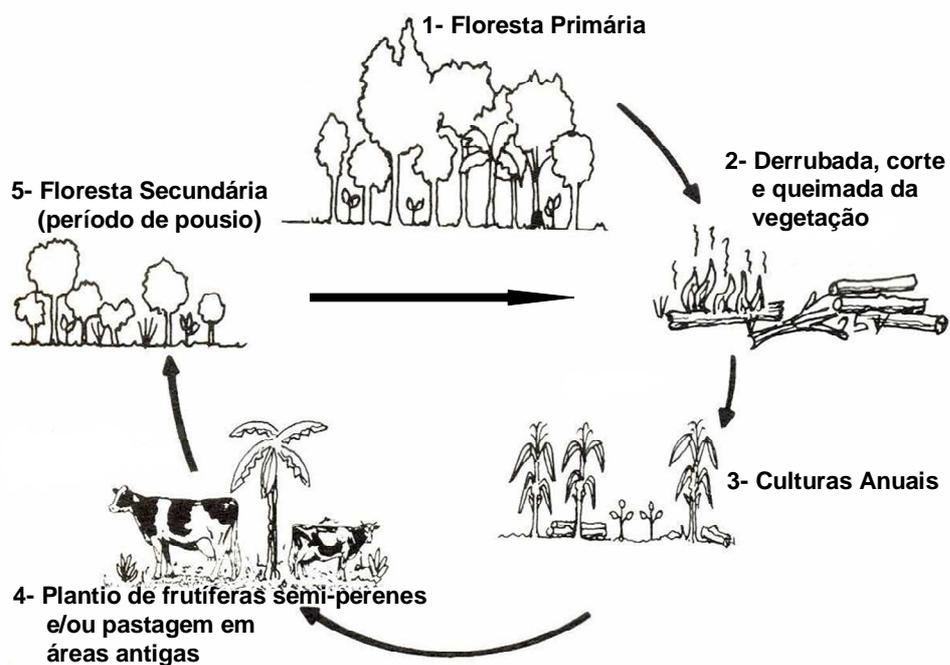
FOTOGRAFIA 1: AGRICULTURA MIGRATÓRIA PRATICADA EM ÁREA DE PEQUENO PRODUTOR RURAL NO ESTADO DE RORAIMA.



1- Primeira área derrubada e queimada da propriedade. Fase de abandono ou formação de pastagem; 2- Área de cultivo de espécies anuais e/ou frutíferas semi-perenes; 3- Início do ciclo da agricultura migratória com a derrubada da floresta.

Fonte: o autor.

FIGURA 1. SISTEMA TRADICIONAL DE AGRICULTURA EM RORAIMA



Fonte: adaptado de MONTAGNINI (1992).

As culturas mais utilizadas na agricultura itinerante de Roraima são: arroz (*Oriza sativa*), milho (*Zea maiz*), feijão (*Phaseolus vulgaris*), feijão caupi (*Vigna unguiculata*), mandioca (*Manihot esculenta*), macaxeira (*Manihot dulcis*), banana (*Musa sp*), mamão (*Carica papaya*), maracujá (*Passiflora edulis*) e hortaliças (tomate (*Solanum lycopersicum*), pimentão (*Capsicum cordiforme*), entre outras).

1.6.4 Ciclagem de Nutrientes em Sistemas Agroflorestais

Toda atividade de pesquisa e desenvolvimento deve ter como objetivo melhorar a eficiência e a produtividade dos recursos básicos utilizados no processo de produção, seja no âmbito de uma propriedade rural ou de uma região. Conseqüentemente, é necessário avaliar de maneira continuada o manejo e o desempenho dos sistemas de produção existentes para que possam ser determinados os benefícios obtidos em relação aos impactos sobre os fatores de produção.

Considerar os fatores econômicos junto aos fatores biofísicos, contextualizando-os na dinâmica do sistema de produção, representa um marco conceitual lógico no qual clima, solo, tecnologia, mercado e outros fatores interagem, definindo a continuidade do processo produtivo.

A conversão de sistemas agrícolas convencionais em sistemas agroflorestais aumenta a estabilidade dos agroecossistemas, os protege de estresses ambientais, melhora as propriedades químicas e físicas do solo e reduz o risco de erosão devido, principalmente, à formação da liteira e ao aumento da matéria orgânica (KRISHNAMURTHY e ÁVILA, 1999).

A matéria orgânica do solo é definida como a fração do solo que inclui resíduos vegetais e animais em diferentes estados de decomposição, tecidos e células de organismos que vivem no solo e substâncias produzidas pelos habitantes do solo. Geralmente, determina-se esta fração em solos que passam por uma peneira com malha de 2,0 mm (FASSBENDER e BORNEMISZA, 1987; WARING e SCHLESINGER, 1985).

Nos sistemas agroflorestais, o ciclo da matéria orgânica pode ocorrer via produção de resíduos vegetais que se incorporam ao solo caindo primeiro sobre a liteira onde serão decompostos e incorporados ao solo em função dos processos de mineralização e humificação (FASSBENDER, 1993). A disponibilidade de nutrientes na fração orgânica é muito variável e sua liberação não é imediata, já que requer mineralização prévia. A liberação lenta e progressiva é uma garantia de que os elementos móveis no solo, como o nitrogênio, permaneçam retidos e não sejam facilmente perdidos por lixiviação (KASS, 1996).

Os nutrientes disponíveis na matéria orgânica do solo para os cultivos podem aumentar significativamente devido às atividades biológicas do solo. Por exemplo, em um sistema de cultivo agroflorestal em aléias com *Leucaena leucocephala* realizado na Nigéria, a quantidade de terra revolvida por minhocas foi 5 vezes maior que nas parcelas de controle, assim como as quantidades de nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio reciclados até a superfície foi três vezes maior nas aléias (HAUSER, 1993).

A manutenção da matéria orgânica é essencial na agricultura, sem o uso de insumos externos, em solos com baixa capacidade de troca catiônica (CTC) e em solos argilosos suscetíveis a compactação (SÁNCHEZ, 1981). Elementos como nitrogênio e fósforo são constituintes da proteína e ácidos nucleicos; magnésio e micronutrientes (exceto o cloro) podem funcionar como constituintes das estruturas orgânicas, predominantemente enzimas moleculares; o potássio não forma parte de estruturas orgânicas tendo função de osmoregulação, mantendo o equilíbrio eletroquímico nas células e seus compartimentos como também nas atividades enzimáticas (MARSCHNER, 1986).

Segundo MAFONGOYA, GILLER e PALM (1998); e FASSBENDER e BORNEMISZA (1987), a composição bioquímica dos restos vegetais é muito variável, dependendo da idade e da função do órgão analisado. Os tecidos verdes são mais ricos em carboidratos e proteínas e os tecidos lenhosos apresentam maiores conteúdos de compostos fenólicos (lignina) e celulose. Compostos orgânicos têm, geralmente, baixos teores de nitrogênio e altos conteúdos de lignina quando comparados com a biomassa verde. Os conteúdos de polifenóis são menos previsíveis e podem aumentar ou diminuir de acordo com a idade, dependendo da espécie (MAFONGOYA, 1995).

Os nutrientes minerais tem funções específicas e essenciais no metabolismo da planta, funcionando como constituinte da estrutura orgânica, ativador de reações enzimáticas ou como carregador-condutor e osmoregulador (MARCHNER, 1986).

ARCO-VERDE (1998), ao analisar as alterações químicas no solo após a aplicação de compostos orgânicos de origem vegetal e animal, concluiu que, entre diversos compostos vegetais analisados, a aplicação de resíduos de *Gliridicia sepium* resultou em melhores resultados para o pH, N, P, K e Mg no solo; e a aplicação de resíduos de *Canavalia ensiformis* evidenciou maiores teores de Ca. Entretanto, somente a aplicação dos resíduos vegetais não foi suficiente para manter níveis adequados de P, Ca e Mg, apontando para a necessidade de suplementação por meio de compostos orgânicos de origem animal ou fertilização química específica.

O rendimento dos sistemas agroflorestais pode ser considerado como o resultado das interações entre os componentes de produção. As interações entre os componentes arbóreos e não arbóreos podem ser complementares, com ganho de rendimento; neutros, sem mudanças de rendimento; ou competitivas, com redução de rendimento, comparadas com os rendimentos dos componentes cultivados em uma área equivalente. Na prática, tanto as interações complementares como as competitivas podem ocorrer simultaneamente (KRISHNAMURTHY e ÁVILA, 1999).

Os sistemas agroflorestais podem controlar a erosão do solo, reduzindo as perdas de água, matéria orgânica e nutrientes. Calcula-se que entre 10 a 100 kg de nutrientes sejam mantidos em um hectare como resultados de práticas agroflorestais de conservação de solo. Entretanto, apesar deste aspecto, a adoção de tecnologias agroflorestais por parte dos agricultores se torna mais difícil devido a maior necessidade de mão-de-obra e expectativa de retorno em longo prazo (KRISHNAMURTHY e ÁVILA, 1999).

Os sistemas agroflorestais podem manter a matéria orgânica e sua atividade biológica em níveis satisfatórios para a fertilidade do solo, devido, principalmente, a constante e variada deposição de biomassa proveniente de processos naturais ou de podas, o que permite a formação de uma manta orgânica diversificada e permanente na superfície do terreno. Aumentar a disponibilidade de matéria

orgânica do solo através de resíduos de plantas é a razão principal para a preferência do uso de árvores e arbustos de rápido crescimento em sistemas agroflorestais (KRISHNAMURTHY e ÁVILA, 1999).

1.6.5 Matéria Orgânica

A matéria orgânica (m.o.) é constituída por compostos de origem biológica que se encontram no solo e sua importância apresenta as seguintes características (FASSENDER e BORNEMISZA, 1987; FASSBENDER, 1993):

- Cor: quanto maior a quantidade de m.o. mais escura será a cor do solo. Solos negros podem conter de 10 a 15 % de m.o., enquanto solos amarelos chegam a uma concentração de m.o. de no máximo 2 %. A cor tem importância no balanço térmico do solo, favorecendo ou dificultando a absorção da energia solar assim como na atividade de microorganismos.
- Agregados: geralmente a m.o. favorece a agregação da areia, silte e argila através de substâncias coagulantes.
- Plasticidade e disponibilidade de água: melhoram com o aumento da m.o., favorece a formação de micro e macroporos nos solos argilosos, aumentando a velocidade de infiltração, permeabilidade e aeração. Em solos arenosos, favorece o incremento da umidade.
- Capacidade de Troca Catiônica (CTC): é afetada pelo estado de decomposição dos resíduos orgânicos. Também varia de acordo com o pH, onde a m.o. com CTC alta permite ao solo fixar e reter cátions, evitando a perda por lixiviação, e também reter ânions, evitando a perda por precipitação como sais insolúveis. Como exemplo, estima-se uma CTC de 200 meq/100 g de m.o. para um pH = 7 e uma CTC de 85 meq/100 g de m.o. para um pH = 4.5.
- Acidez: a m.o. aumenta a capacidade de poder tampão dos solos, evitando rápidas mudanças de pH, regulando sua acidez.
- Nutrientes: a m.o. favorece a disponibilidade de nitrogênio, fósforo e enxofre através de processos de mineralização.

- Formação de substâncias inibidoras: compostos secundários, como lignina e polifenóis, presentes na biomassa depositada no solo, podem inibir o desenvolvimento de microorganismos, reduzindo a velocidade de decomposição e formação da camada orgânica.
- Manejo do solo: a m.o., devido a seus efeitos de agregação de partículas estruturais, pode favorecer o manejo dos solos.

A matéria orgânica passa por várias fases até ser decomposta em partículas menores e formas solúveis de nutrientes que podem ser absorvidos pelas plantas (COLEMAN e CROSSLEY, 1996; WARING e SCHLESINGER, 1985).

A decomposição da biomassa resultante da constante deposição de resíduos vegetais em SAFs pode contribuir consideravelmente para a manutenção da fertilidade do solo. Os resíduos das plantas incorporados aos ambientes edáficos agroflorestais podem variar bastante quanto à sua quantidade e composição. Em aléias, dependendo da espécie e da densidade do plantio, as árvores podem produzir até 20 t ha⁻¹ano⁻¹ de matéria seca de biomassa proveniente das podas, contendo 358 kg de N, 28 kg de P, 232 kg de K, 144 kg de Ca e 60 kg de S (SZOTT, FERNANDES e SÁNCHEZ, 1991).

A composição química dos restos vegetais pode apresentar grande variação, dependendo da idade e função do órgão vegetal analisado (MAFONGOYA, GILLER e PALM, 1998; FASSBENDER e BORNEMISZA, 1987). Os tecidos verdes são mais ricos em carboidratos e proteínas e os tecidos lenhosos apresentam maiores conteúdos de compostos fenólicos (lignina) e celulose. O conteúdo de polifenóis são menos previsíveis e podem aumentar ou diminuir com a idade, dependendo da espécie (MAFONGOYA, GILLER e PALM, 1998).

É importante conhecer a velocidade de decomposição e padrões de liberação de nutrientes para decidir quais as melhores opções de manejo para um uso eficiente de nutrientes e aumentar a sincronia da oferta nutricional e a demanda do cultivo (PALM, 1995). A melhor opção para manejar os resíduos vegetais é misturar a biomassa proveniente das podas de alta e baixa qualidade³, para que o padrão de liberação de nutrientes durante o processo de decomposição possa se sincronizar

³ Alta e baixa qualidade: biomassa com rápida e lenta decomposição, respectivamente.

com os padrões de absorção de nutrientes para o crescimento do cultivo (YOUNG, 1998).

Resíduos orgânicos com baixo conteúdo de polifenóis provenientes de *Erythrina* sp. decompõem mais rapidamente do que aqueles com alto conteúdo oriundos de *Inga edulis* e *Cajanus cajan*. Os polifenóis podem retardar a decomposição e a liberação do nitrogênio ao se agregar aos componentes que contém nitrogênio nos resíduos, formando complexos resistentes junto à parede celular (TIAN, KANG e BRUSSAARD, 1992^a e 1992^b; PALM e SÁNCHEZ, 1990 e 1991).

A decomposição é por si só o catabolismo dos componentes orgânicos dos resíduos, sendo o resultado principal das atividades de microorganismos. Alguns animais do solo têm celulasas, as quais permitem digerir os compostos orgânicos. A taxa de decomposição do resíduo orgânico é o resultado de várias atividades da biota do solo. A respiração do solo estima a atividade biológica; a estrutura do solo é o resultado de ações combinadas da biota e do clima sobre substratos minerais; e a dinâmica de nutrientes é a variável mais estudada para prever o crescimento dos cultivos (COLEMAN e CROSSLEY, 1996).

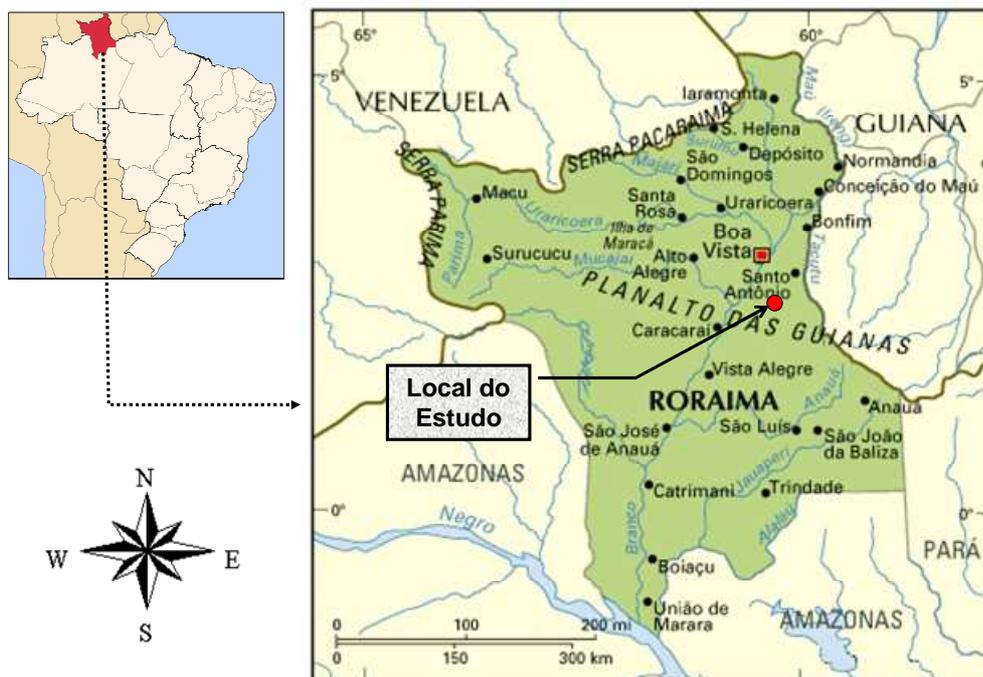
1.7 MATERIAL E MÉTODOS

1.7.1 Descrição da Área de Estudo

Os trabalhos de pesquisa foram conduzidos no campo experimental Confiança, pertencente à Embrapa Roraima, localizado entre as coordenadas 02° 15' 00" N e 60° 39' 54" W, a 90 km de Boa Vista, localizado no município do Cantá, no estado de Roraima (FIGURA 2). Esta área apresenta vegetação de floresta e clima Ami (Köppen); caracterizado como tropical chuvoso com nítida estação seca, temperatura média anual variando entre 26 a 29 °C e amplitude térmica inferior a 5°C entre as médias do mês mais quente e do mês mais frio.

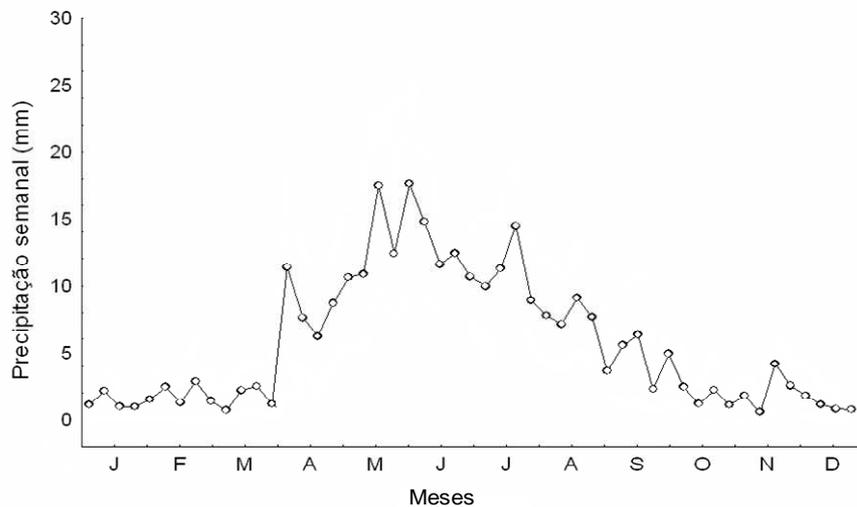
A precipitação pluvial está entre 1.795 e 2.385 mm ano⁻¹ (FIGURA 3). Os meses mais chuvosos são maio, junho e julho, representando mais de 55% do total de precipitação, sendo que maio é o mês de maior precipitação (292-552 mm mês⁻¹) (MOURÃO JUNIOR *et al.*, 2003).

FIGURA 2: LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO



Fonte: adaptado de WIKIPEDIA (2008).

FIGURA 3: VALORES MÉDIOS E INTERVALO DE CONFIANÇA DE 95% PARA OS VALORES DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA SEMANAL, NO CAMPO EXPERIMENTAL CONFIANÇA.



Fonte: adaptado de Mourão Junior *et al.* (2003).

O solo é classificado como tipo argissolo, constituído por material mineral que tem como características argila de atividade baixa e horizonte B textural (Embrapa, 1999). Pode-se observar na TABELA 1 as características químicas do solo no início do estudo, em 1995.

TABELA 1: CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO NO INÍCIO DA IMPLANTAÇÃO DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS.

Parâmetros	Valores
pH	4,5
Matéria orgânica (g dm ⁻³)	29,91
Fósforo (mg dm ⁻³)	2,56
Potássio (mg dm ⁻³)	40,25
Cálcio (cmolc dm ⁻³)	0,53
Magnésio (cmolc dm ⁻³)	0,15

Fonte: o autor.

1.7.2 Descrição dos Modelos Agroflorestais

A implantação dos sistemas agroflorestais iniciou em 1995, com o preparo da área consistindo de derrubada de uma capoeira de quatro anos, sem o uso de queimada da vegetação. Os dois modelos agroflorestais estudados, chamados de M₁ e M₂, têm na sua composição as mesmas espécies de maior ciclo biológico, ou seja:

- Bananeira (*Musa* sp. cv. Missouri);
- Ingá-de-metro (*Inga edulis*);
- Gliricídia (*Gliricidia sepium*);
- Cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*);
- Pupunheira (*Bactris gasipaes*);
- Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*);
- Cupiúba (*Goupia glabra*).

Com relação às culturas anuais, no modelo M₁ foram cultivadas arroz e mandioca; e no modelo M₂ milho, soja e mandioca.

Os modelos agrossilviculturais são compostos por espécies intercaladas com distribuição regular por unidade de área. O espaçamento adotado em ambos os sistemas foi de 3 m x 2 m, onde cada parcela de 48 m x 48 m ocupou uma área de 2.304 m². O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com três repetições.

A diferença entre os modelos M₁ e M₂ está no preparo e correção do solo. No sistema M₂ a área foi gradeada e o solo teve sua acidez corrigida, recebendo calagem na proporção de 2 ton ha⁻¹ (PRNT 100 %), e foi fertilizado com a aplicação de 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg ha⁻¹ de micronutrientes FTE BR12 no primeiro ano da implantação do estudo. O modelo M₁ não foi gradeado e calado, sem a correção da acidez e da fertilidade do solo.

A principal diferença entre os dois módulos é a ausência do ingazeiro, a partir do oitavo ano, e que foi implantado para adubação verde (TABELA 2), e da

bananeira, que permaneceu nos sistemas até o sexto ano (TABELA 3). Tanto no M₁ como no M₂ houve o estabelecimento de cerca viva formada por *Gliricidia sepium*.

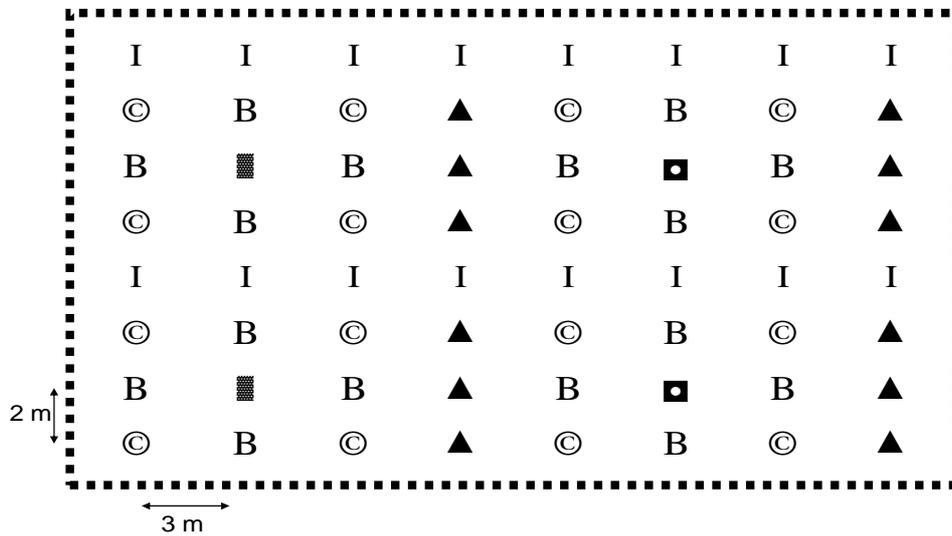
Nas FIGURAS 4a e 4b pode-se observar a composição e a distribuição das espécies dos SAFs na fase de implantação, até o sétimo ano, e a partir do oitavo ano. As figuras não representam uma parcela completa, mas sim um módulo que pode ser replicado até alcançar a área desejada. Nos dois modelos, a bananeira permaneceu nos sistemas até o sexto ano, e a partir do oitavo ano, ocorreu a supressão natural dos ingazeiros, plantados para adubação verde. Tanto no M₁ como no M₂ houve o estabelecimento de cerca viva formada por *Gliricidia sepium*.

1.7.3 Seleção e Função dos Componentes do Sistema

As culturas anuais (arroz, milho, soja e mandioca) foram consideradas para segurança alimentar dos agricultores (autoconsumo). No início dos estudos, em 1995, pensava-se comercializar tanto os frutos como o palmito das pupunheiras. Entretanto, a produção do palmito não ocorreu devido a ação de animais, principalmente de macacos-prego (*Cebus apella*) e cutias (*Dasyprocta aguti*), que usam as plantas tanto para suporte de passagem, quebrando-as muitas vezes, como para sua alimentação. A ação da fauna local também prejudicou a produção do cupuaçuzeiro, mas com menor intensidade.

As duas espécies plantadas para aumentar a fertilidade do solo e a ciclagem de nutrientes dos SAFs, *Inga edulis* e *Gliricidia sepium*, foram podadas anualmente e a biomassa resultante foi distribuída nas linhas de plantio favorecendo as demais espécies do sistema. Os principais benefícios decorrentes desta prática foram a manutenção da umidade do solo por um maior período, a diminuição do aparecimento das plantas oportunistas e a melhoria da fertilidade do solo. A função e a densidade de plantio de cada espécie nos modelos agroflorestais M₁ e M₂ são apresentadas na TABELA 2.

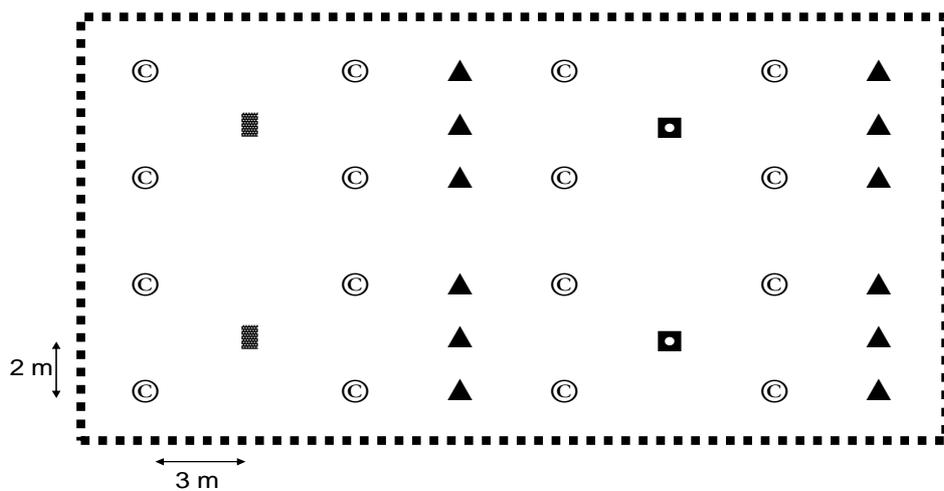
FIGURA 4a: COMPOSIÇÃO DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA FASE INICIAL ATÉ O SÉTIMO ANO.



Legenda: ■ castanha-do-Brasil; ■ cupiúba; © cupuaçuzeiro; ▲ pupunheira; B bananeira; I ingazeiro; ■■ cerca viva de *Gliricidia sepium*.

Fonte: o autor.

FIGURA 4b: COMPOSIÇÃO DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS DO OITAVO AO VIGÉSIMO ANO.



Legenda: ■ castanha-do-Brasil; ■ cupiúba; © cupuaçuzeiro; ▲ pupunheira; ; ■■ cerca viva de *Gliricidia sepium*.

Fonte: o autor.

TABELA 2. CLASSIFICAÇÃO, FUNÇÃO E DENSIDADE DAS ESPÉCIES COMPONENTES DOS MODELOS AGROFLORESTAIS.

Espécies		Densidade (Nº de plantas ha ⁻¹)	Função no sistema
Nome Vulgar	Nome Científico		
Culturas Anuais			
Arroz¹	<i>Oriza sativa</i>	40.000	Segurança alimentar
Milho²	<i>Zea maiz</i>	16.666	Segurança alimentar
Soja²	<i>Glycine max</i>	40.000	Segurança alimentar
Mandioca	<i>Manihot esculenta</i>	10.000	Segurança alimentar
Frutífera Semi-Perene			
Bananeira	<i>Musa sp.</i>	416	Comercialização
Árvores Adubadoras			
Ingá de metro	<i>Inga edulis</i>	360	Adubação verde
Gliricídia³	<i>Gliricidia sepium</i>	200	Adubação verde
Frutíferas Perenes			
Cupuaçuzeiro	<i>Theobroma grandiflorum</i>	416	Comercialização de frutos
Pupunheira	<i>Bactris gasipaes</i>	338	Comercialização de palmito e frutos
Espécies Florestais			
Cupiúba	<i>Goupia glabra</i>	52	Comercialização da madeira
Castanheira	<i>Bertholletia excelsa</i>	52	Comercialização da madeira e frutos

Obs: 1: espécie plantada somente no modelo 1;
 2: espécies plantadas somente no modelo 2;
 3: espécie plantada como cerca viva, em linha.

Fonte: o autor.

O tempo de permanência dos componentes nos SAFs pode ser observado na TABELA 3. Pode-se verificar dois grupos distintos: i) aquelas espécies que permaneceram nos SAFs por um período de um a sete anos, como arroz, milho, soja, mandioca, bananeira e ingazeiro; e ii) componentes que estiveram presentes nos SAFs por praticamente todo o período do estudo, como gliricídia, cupuaçuzeiro, pupunheira, castanheira e cupiúba.

O perfil dos SAFs após o sétimo ano, com a retirada das culturas iniciais, é apresentada na FIGURA 5.

TABELA 3: PERMANÊNCIA DOS COMPONENTES NOS SAFs M₁ E M₂ AO LONGO DO TEMPO.

COMPONENTES DOS SISTEMAS	ANOS																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Arroz ¹	•	•																		
Milho ²	•																			
Soja ²		•																		
Mandioca			•																	
Bananeira		•	•	•	•	•														
Ingazeiro	•	•	•	•	•	•	•													
Gliricídia ³	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Cupuaçuzeiro	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Pupunheira		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Cupiúba		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Castanheira		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

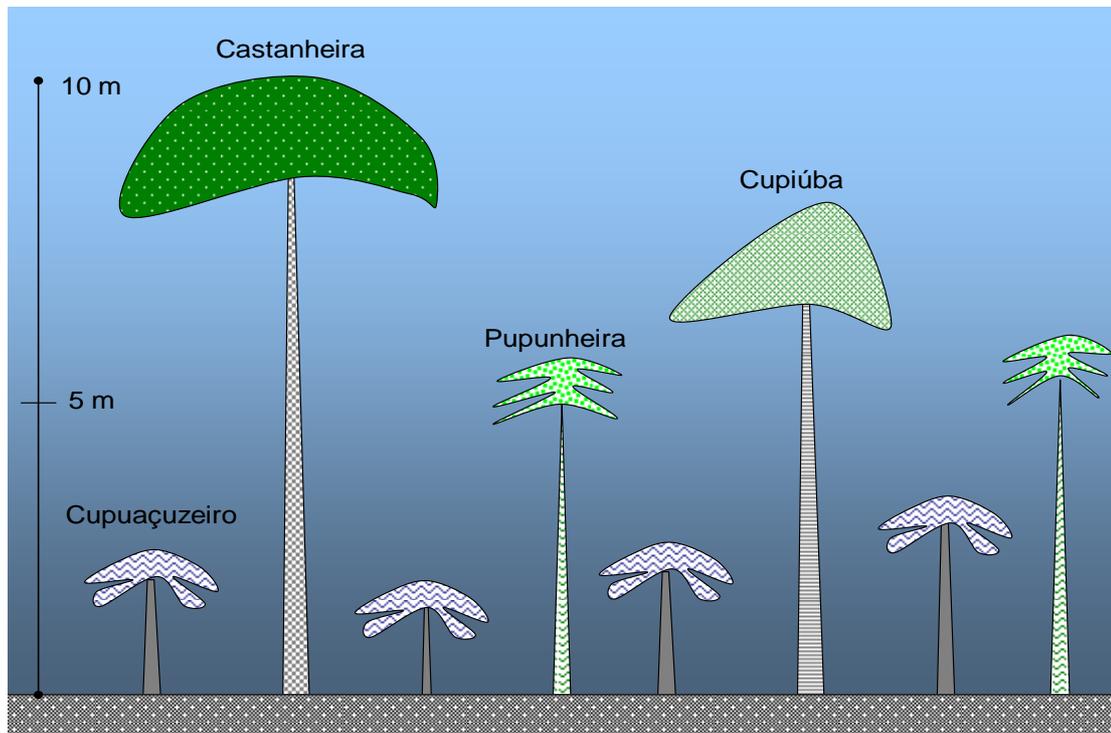
Obs: 1: espécie plantada somente no modelo M₁;

2: espécies plantadas somente no modelo M₂;

3: espécie plantada como cerca viva. Esta e as outras espécies não destacadas estão presentes em M₁ e M₂.

Fonte: o autor.

FIGURA 5. PERFIL DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS M₁ E M₂ AOS 12 ANOS DE IDADE.



Fonte: o autor.

Ressalta-se que os modelos M_1 e M_2 apresentam diferenças de composição em relação às espécies anuais. No modelo M_1 , o arroz foi cultivado no primeiro e segundo ano e a mandioca somente no terceiro ano. No modelo M_2 o arroz não foi semeado, aproveitando-se o solo melhor fertilizado para o cultivo do milho no primeiro ano, da soja no segundo e da mandioca no terceiro ano de estabelecimento do sistema.

Os cultivos anuais ou "lavoura branca" foram implantados com plantio direto, sem gradagem, com fertilização localizada em cada cova. No modelo M_2 , onde o solo foi gradeado e melhor fertilizado, houve a rotação de culturas na qual o milho foi cultivado no primeiro ano, a soja no segundo e a mandioca no terceiro ano.

1.7.4 Fertilização das Culturas Agrícolas

O arroz, plantado no sistema M_1 , recebeu fertilização de 200 kg ha^{-1} de N-P-K 4-28-20+Zn e 100 kg ha^{-1} de uréia no primeiro ano de plantio. No segundo ano, em 1996, recebeu fertilização de manutenção de 2 g de N-P-K 10-26-26 e 1 g de uréia nas covas, o equivalente a 80 kg ha^{-1} e 40 kg ha^{-1} , respectivamente.

No modelo M_2 , o milho foi fertilizado com 300 kg ha^{-1} de N-P-K 4-28-20 + Zn e 200 kg ha^{-1} de uréia no primeiro ano de implantação dos sistemas. Já a soja, plantada no segundo ano, recebeu fertilização de 3 g de N-P-K 10-26-26 nas covas, correspondendo a 120 kg ha^{-1} .

A bananeira recebeu fertilização complementar de $500 \text{ g planta}^{-1}$ de N-P-K 10-26-26 em 1997, segundo ano de plantio da cultura, nas parcelas dos modelos M_1 e M_2 . Em 1998, houve uma fertilização complementar onde cada planta recebeu mais 210 g de sulfato de amônio, 900 g de superfosfato simples e 300 g de cloreto de potássio.

1.7.5 Manutenção das Espécies Agroflorestais

Na TABELA 4 apresenta-se, para cada componente dos modelos agroflorestais, as atividades necessárias para o manejo adequado da cultura durante o período em que esteve presente no sistema agroflorestal. As práticas de manejo estão classificadas de acordo com a frequência e período de uso.

TABELA 4. PRÁTICAS DE MANEJO REALIZADAS NA IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS.

Práticas de Manejo	Componentes dos Sistemas									
	Arroz	Milho	Soja	Mand	Ban	Inga	Cupu	Pup	Cast	Cup
Amostragem do solo	I, A	I, A	I, A	I, A	I, A	I, A	I, A	I, A	I, A	I, A
Aração*		I	I	I	I	I	I	I	I	I
Gradagem*		I	I	I	I	I	I	I	I	I
Aplicação de fertilizantes		I	I	I	I	I	I	I	I	I
Aplicação de corretivos		I	I	I	I	I	I	I	I	I
Limpeza da área	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Marcação da área	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Marcação das linhas de plantio	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Marcação de covas					I	I	I	I	I	I
Coveamento					I	I	I	I	I	I
Preparo de manivas				x						
Transporte de manivas				x						
Plantio de manivas				x						
Transporte de mudas					x	x	x	x	x	x
Semeadura	x	x	x							
Plantio					x	x	x	x	x	x
Replantio de mudas					x	x	x	x	x	x
Coroamento					A	A	A	A	A	A
Capina	A	A	A	A	A					
Roçagem manual						B	B	B	B	B
Aplicação de herbicidas					x					
Aplicação de inseticidas					x					
Adubação de cobertura					x					
Podas de manutenção					A	A	A	A		
Desbaste					A					
Colheita	x	x	x	x	x					
Colheita de frutos							A	A	A	
Retirada da madeira									x	x

Obs: * = práticas realizadas somente nas áreas do SAF M₂; I = prática realizada no início da implantação; x = prática realizada uma única vez; A = prática anual; B = prática bianual; Mand = mandioca; Ban = bananeira; Cupu = cupuaçuzeiro; Pup = pupunheira; Cast = castanheira; Cup = cupiúba.

Fonte: o autor.

Há atividades que ocorreram na fase inicial de estabelecimento dos SAFs, uma única vez, como por exemplo, aração, gradagem e calagem nas parcelas do modelo M₂. Também há outras atividades que ocorreram uma única vez, seja no período de implantação das culturas, como transporte e plantio das mudas, plantio ou semeadura, ou ainda a colheita das culturas anuais e a retirada da madeira.

Práticas com frequência anual, como a capina e podas de manutenção, e bianuais, como a roçagem manual também são evidenciadas.

1.7.6 Análise de Nutrientes do Solo

A análise dos macronutrientes do solo foi realizada com o uso do método da digestão sulfúrica, a qual consistiu na adição prévia de H₂O₂, com pré-digestão a temperaturas entre 180 a 190 °C. Esta oxidação parcial de compostos orgânicos evita a formação de espuma e freqüente perda de material após a adição de H₂SO₄, no início do aquecimento (TEDESCO, WOLKWEISS e BOHNEN, 1985).

Para determinação do nitrogênio se utilizou uma alíquota de 20 ml do extrato que foi destilado em um micro-destilador, após a adição de NaOH; a seguir o destilado foi acondicionado e avaliado em um indicador de ácido bórico, sendo titulado com H₂SO₄ diluído; o fósforo foi determinado por espectrofotometria e o potássio por fotometria por chama; o cálcio e o magnésio foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica (TEDESCO, WOLKWEISS e BOHNEN, 1985).

1.7.7 Análise de Nutrientes da Biomassa

As avaliações da decomposição de folhas de castanheira (CAS), cupuaçuzeiro (CUP) e gliricídia (GLI) foram realizadas quinzenalmente, até 75 dias após a deposição da biomassa. A biomassa das três espécies foi acondicionada em bolsas de polietileno com malha de 1 mm e medindo 40 cm x 40 cm. A quantidade

de material fresco (folhas) foi equivalente a 80g de matéria seca para cada espécie, sendo utilizadas 60 bolsas em cada parcela totalizando 180 bolsas distribuídas na área do estudo.

O material coletado foi limpo manualmente para a remoção de raízes e resíduos de solo, seco em estufa com ventilação forçada a 65°C, até atingir peso constante e encaminhadas para análises.

Para a análise dos macronutrientes da biomassa se utilizou os mesmos procedimentos descritos para a análise de nutrientes do solo (TEDESCO, WOLKWEISS e BOHNEN, 1985).

Para as culturas da castanheira, cupuaçuzeiro e gliricídia, os valores restantes de fitomassa foram tomados como taxas de decomposição, após determinar a diferença entre os respectivos valores iniciais. Estes valores foram ajustados segundo modelo não linear do tipo sigmoidal, tendo como critério de aderência o Coeficiente de Determinação Ajustado ($R_{aj.}^2$), conforme a seguinte expressão matemática:

$$y = \beta_0 + \{\beta_1 / [1 + \exp(-(t - t_0) / \beta_2)]\}$$

Onde: y – taxa de decomposição; β_1 , t_0 – coeficientes de modelo; t – tempo de avaliação

Os valores finais de taxa de decomposição foram avaliados conforme modelo linear geral com o uso de ANOVA de fator único e testado por meio do Teste de F. Os dados foram tabulados e gerenciados na planilha eletrônica Excel 2003 versão 7. As análises foram conduzidas com o auxílio da proc nlin e da proc glm do SAS System, sendo os gráficos confeccionados com auxílio do pacote estatístico STATISTICA 5.5.

1.8 RESULTADOS E DISCUSSÃO

1.8.1 Alterações Químicas do Solo

Os resultados de pH, alumínio (Al), matéria orgânica e dos macronutrientes fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) podem ser observados nos GRÁFICOS 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7, respectivamente. Os resultados referentes ao ano 1, de 1995, foram obtidos no momento de preparo da área para a implantação dos modelos agroflorestais, tendo como base o uso de amostras coletadas aleatoriamente em todo o terreno, motivo pelo qual os valores apresentados são os mesmos para os dois sistemas.

Adicionalmente, utilizou-se na apresentação gráfica o cálculo de polinômios para melhor representar as tendências de pH e dos macroelementos ao longo do período de estudo.

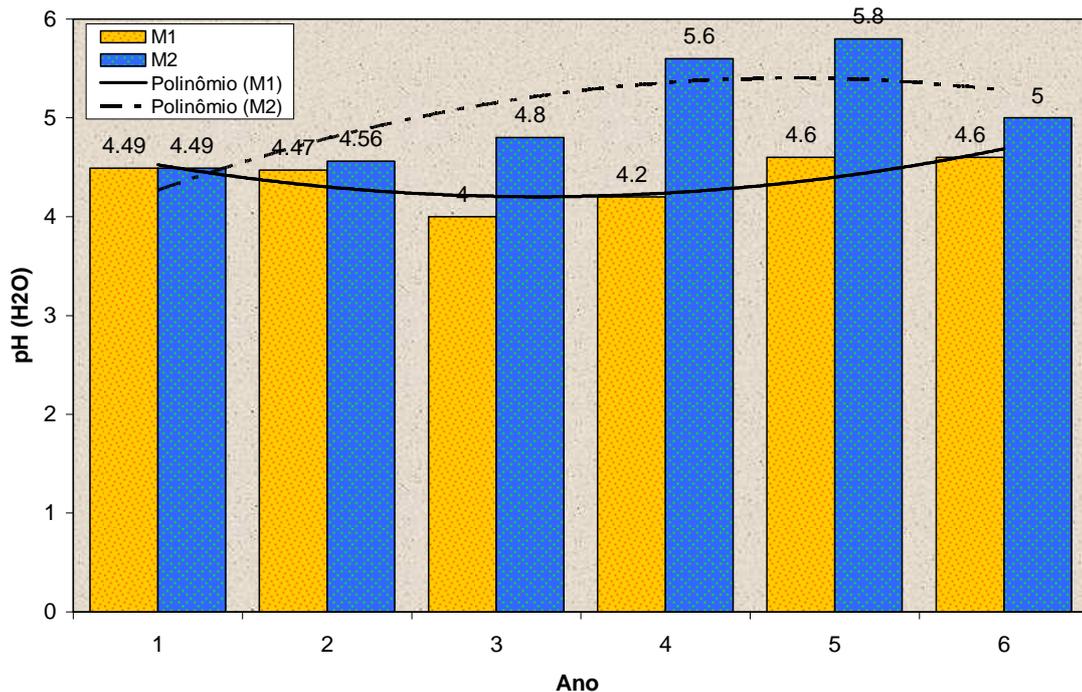
O pH do solo no início dos estudos foi de 4,49, havendo um decréscimo no sistema M₁, alcançando o valor mínimo de 4,0, no ano três, e máximo, de 4,6, nos anos cinco e seis, resultados considerados muito baixos quando os valores são $\leq 5,0$ (SOCIEDADE..., 2004). Deve-se ressaltar que baixos valores de pH (entre 3,5 a 5,0) diminuem a disponibilidade de K, Ca e Mg; promovem a toxidez de Al; diminuem a atividade microbiana e limitam a decomposição da matéria orgânica (KASS, 1996; FASSBENDER, 1993; FASSBENDER e BORNEMISZA, 1987). Deve-se observar também que em solos com valores de pH inferiores a 5,5 há maior favorecimento de retenção de P, resultado da reação com Fe e Al (KASS, 1996; MARSCHNER, 1986); e com valores de pH maiores a 4,0 ocorre a diminuição da concentração de Al³⁺ (MARSCHNER, 1986).

No sistema M₂ os valores de pH aumentaram ao longo do tempo, apresentando seu valor máximo de 5,8 no quinto ano, sendo este valor interpretado como um pH médio (GRÁFICO 1).

O aumento do valor do pH nos anos posteriores à aplicação do calcário, principalmente entre o terceiro e o quinto ano, concorda com a descrição de resultados com a mesma tendência encontrada na literatura (RIBEIRO, GUIMARÃES e ALVAREZ, 1999; VIEIRA, 1975). Entretanto, valores de pH entre 5,6

a 5,8 ainda são considerados abaixo do valor crítico, não obtendo rendimentos próximos à máxima eficiência econômica das culturas (SOCIEDADE..., 2004).

GRÁFICO 1: ALTERAÇÕES DE pH (H₂O) NO SOLO DOS MODELOS AGROFLORESTAIS M₁ E M₂.



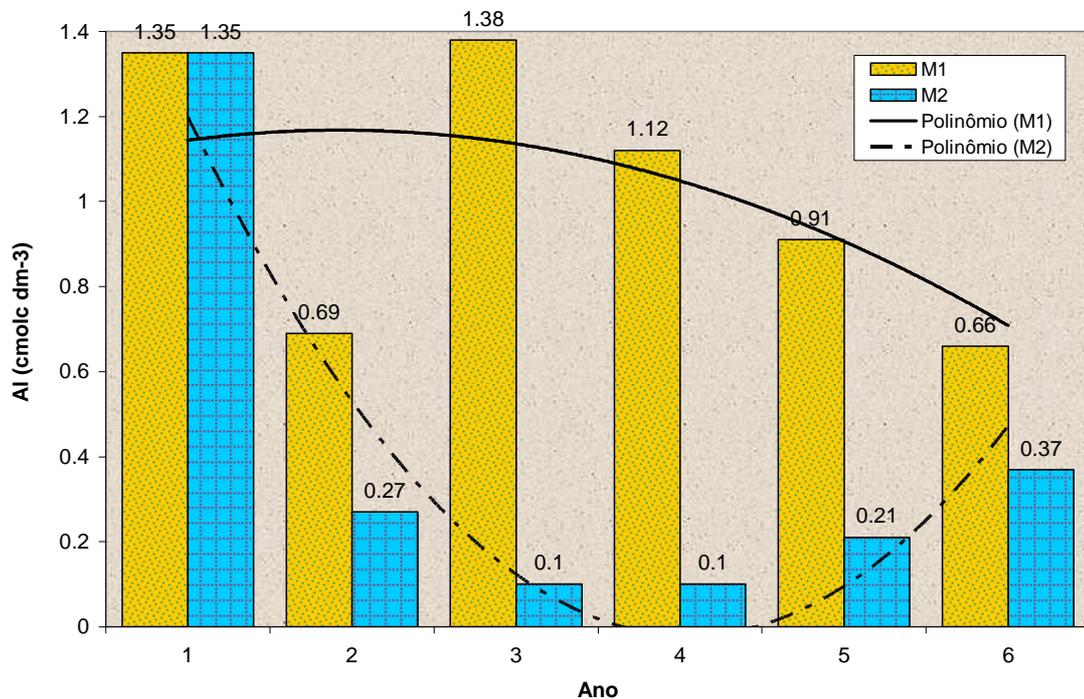
Fonte: o autor.

As curvas de tendência apresentadas no GRÁFICO 2 mostram acentuada diferença no teor de Al entre os modelos M₁ e M₂.

No sistema M₁ a redução do teor de Al no solo ocorreu gradativamente ao longo do tempo, iniciando em 1,35 cmolc dm⁻³ e alcançando 0,66 cmolc dm⁻³ no sexto ano de avaliação (GRÁFICO 2).

No modelo M₂ observa-se um forte decréscimo nos teores de Al do primeiro (1,35 cmolc dm⁻³) para o segundo ano (0,27 cmolc dm⁻³), mantendo o comportamento de queda até o quarto ano (0,1 cmolc dm⁻³). Isto se deve aos efeitos positivos da aplicação da calagem no processo de diminuição da acidez do solo do segundo ao quinto ano.

GRÁFICO 2: TEOR DE ALUMÍNIO (cmolc dm^{-3}) NO SOLO DOS MODELOS AGROFLORESTAIS M_1 E M_2 .



Fonte: o autor.

A avaliação da matéria orgânica do solo (GRÁFICO 3) apresentou resultados com comportamentos semelhantes para os modelos M_1 e M_2 , com melhores resultados no sistema M_2 .

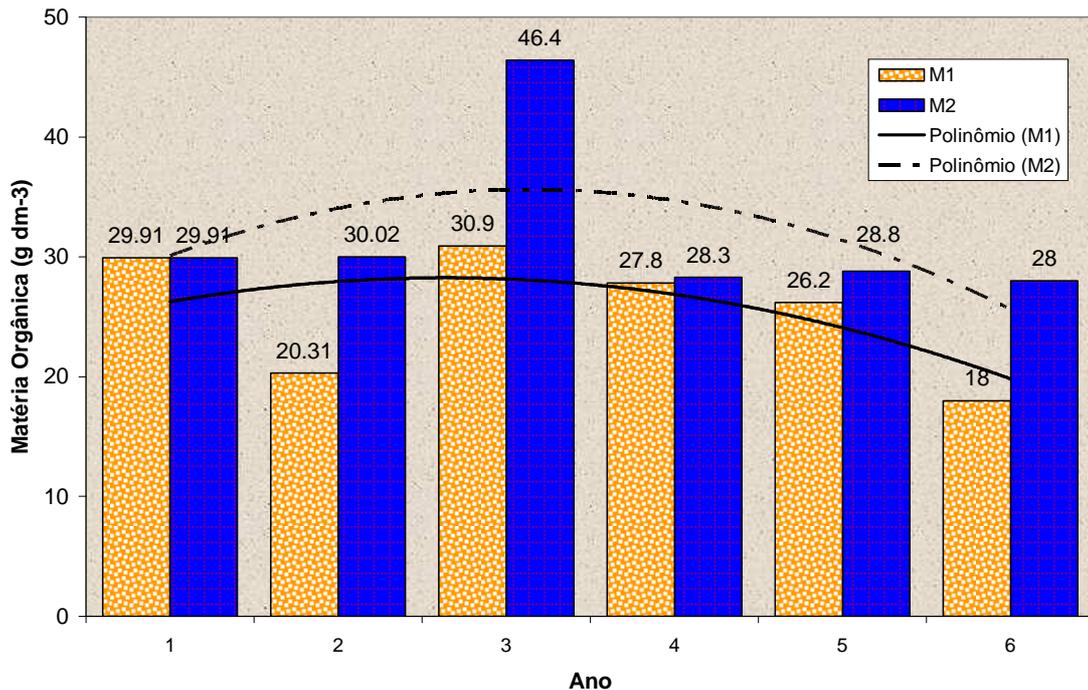
De maneira geral, o teor de matéria orgânica aumentou até o terceiro ano, diminuindo seus valores nos anos seguintes. No modelo M_1 , o valor inicial de $29,91 \text{ g dm}^{-3}$ decresceu para 18 g dm^{-3} no sexto ano, enquanto no modelo M_2 o teor de matéria orgânica foi de 28 g dm^{-3} para o mesmo ano.

No modelo M_2 o teor de matéria orgânica se manteve praticamente constante durante período de avaliação, exceto no terceiro ano, onde se pode observar o aumento de seu teor para $46,4 \text{ g dm}^{-3}$.

O acúmulo de biomassa proveniente das podas das árvores adubadoras, assim como a queda de folhas e ramos das demais espécies dos sistemas M_1 e M_2 , contribuíram para a manutenção dos níveis de matéria orgânica nos modelos, principalmente do terceiro ao quinto ano. Outro fator relevante para melhor compreender os melhores resultados apresentados no modelo M_2 foi a aplicação de

calcário, que pode ter favorecido o aumento do teor de matéria orgânica do solo (RIBEIRO, GUIMARÃES e ALVAREZ, 1999).

GRÁFICO 3: TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA (g dm^{-3}) NO SOLO DOS MODELOS AGROFLORESTAIS M_1 E M_2 .



Fonte: o autor.

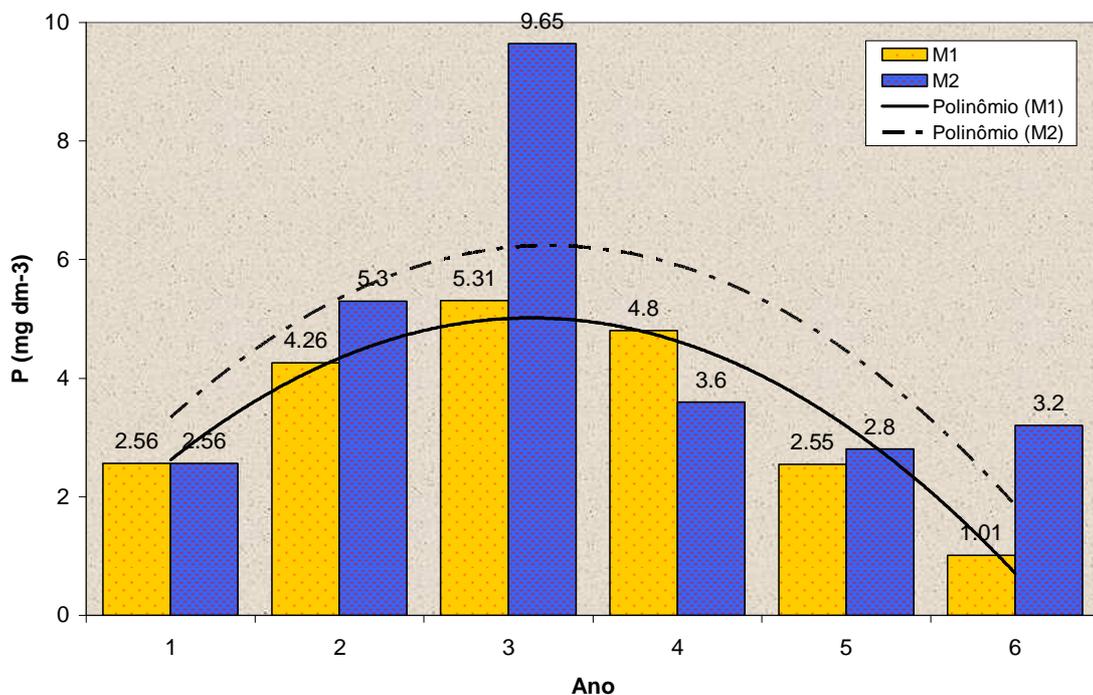
Observa-se no GRÁFICO 4 que os valores do teor de P aumentaram acentuadamente até o terceiro ano, nos modelos M_1 e M_2 , decrescendo a partir do quarto ano, com melhores resultados no sistema M_2 . O teor de P no início da avaliação foi $2,56 \text{ mg dm}^{-3}$, elevando-se para $5,31$ e $9,65 \text{ mg dm}^{-3}$ no ano três para o modelo M_1 e M_2 , respectivamente.

Este aumento no teor de P ocorreu, provavelmente, devido a influência da fertilização inicial e de manutenção nas culturas anuais. No modelo M_1 a cultura do arroz foi fertilizada com 200 kg ha^{-1} e 80 kg ha^{-1} de N-P-K nos anos dois e três, respectivamente. O sistema M_2 recebeu 40 kg ha^{-1} de P_2O_5 durante a gradagem, 300 kg ha^{-1} de N-P-K para a semeadura do milho, no segundo ano e 120 kg ha^{-1} de N-P-K para a soja, no terceiro ano. Elemento pouco móvel no solo, deve-se aplicar maiores quantidades de fósforo para tornar sua absorção mais eficiente pelas

culturas anuais, que apresentam rápido crescimento e sistema radicular pouco desenvolvido (RAIJ, 1991). De acordo com KASS (1996), também é importante considerar que a disponibilidade máxima de fósforo é alcançada em solos com pH entre 5,5 a 6,5.

Melhor fertilizado, o modelo M_2 atingiu a faixa adequada de rendimento (de 6 a 12 mg dm^{-3}), de acordo com a classe textural do solo, no terceiro ano do estudo (SOCIEDADE..., 2004). No quinto ano, os dois modelos apresentaram teores de P semelhantes aos valores encontrados no início da implantação dos SAFs.

GRÁFICO 4: TEOR DE FÓSFORO (mg dm^{-3}) NO SOLO DOS MODELOS AGROFLORESTAIS M_1 E M_2 .



Fonte: o autor.

De forma geral, pode-se indicar que a quantidade de P acumulada nos cultivos é pequena. Comparando-se com o N, a quantidade de P imobilizada na biomassa é, aproximadamente, 10 vezes menor (NOVAIS E SMITH, 1999). Como exemplo, as culturas do arroz ou milho têm registrado uma taxa de absorção de até $35 \text{ kg de P ha}^{-1}$; e o valor para a mandioca está entre 30 a $40 \text{ kg de P ha}^{-1}$ (FASSBENDER e BORNEMISZA, 1987).

Deve-se considerar que a disponibilidade de P para as plantas, não ocorre logo após a fertilização. Boa parte do P adicionado aos solos é retida por adsorção, com pouca importância para a lixiviação. Desta forma, os cultivos serão beneficiados por uma liberação de P gradual e ao longo do tempo (NOVAIS E SMITH, 1999).

O problema da fertilização do fósforo não está na compensação do P extraído pelas plantas, mas sim no manejo da quantidade adequada do fertilizante, possibilitando à cultura, sua utilização com eficácia (RAIJ, 1991; SÁNCHEZ, 1981).

CARDOSO et al. (2003), estudando o ciclo do P em sistemas agroflorestais com café na Zona da Mata, MG, indicam que a dinâmica do P em SAFs é mais eficiente do que em monocultivos, devido, principalmente, por apresentar maiores teores de P disponível para as culturas anuais, reduzindo as perdas do sistema. Em SAFs a diversidade de espécies, além da produção e decomposição mais homogênea da biomassa por longos períodos, evita picos de perda do nutriente (NOVAIS e BARROS, 1997).

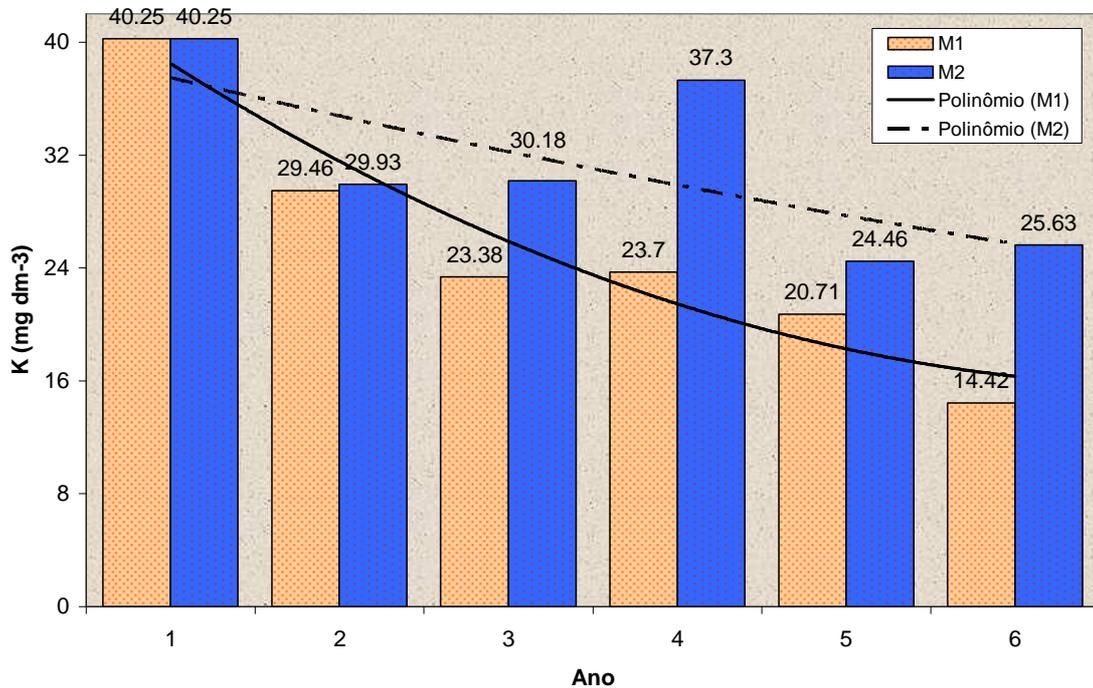
Ao se comparar os teores de P e M.O., encontrou-se uma tendência positiva, confirmando as informações da literatura. Uma das razões da participação da M.O. na adsorção de P solo pode ser a adição de resíduos orgânicos, uma vez que a imobilização de P da solução do solo torna-se maior que a mineralização do P orgânico quando o resíduo tem menos de 0,2 % de P total (NOVAIS E SMITH, 1999).

O teor de K no solo, de $40,25 \text{ mg dm}^{-3}$, no início da implantação dos SAFs, diminuiu nos modelos M_1 e M_2 ao longo do período de avaliação, atingindo no sexto ano valores de $14,42$ e $25,63 \text{ mg dm}^{-3}$ para M_1 e M_2 , respectivamente (GRÁFICO 5).

Para uma $CTC^4 < 5$, tais valores de K são considerados baixos ($< 30 \text{ mg dm}^{-3}$) no SAF M_1 , a partir do segundo ano, e no SAF M_2 , nos anos dois, cinco e seis, períodos onde o rendimento máximo das culturas anuais esteve limitado entre 40 a 75 %. KASS (1996) ressalta que solos com pH abaixo de 5,5 reduzem a capacidade de fixação do potássio. Isto ocorre devido ao excesso de alumínio trocável, gerando um ambiente tóxico, o qual restringe a absorção de potássio por meio dos pêlos radiculares das plantas.

⁴ CTC: a capacidade de troca de cátions é calculada pela soma dos cátions de reação básica trocáveis (K^+ ; Ca^{2+} ; Mg^{2+} e, às vezes Na^+) e dos cátions ácidos (H^+ + Al^{3+}).

GRÁFICO 5: TEOR DE POTÁSSIO (mg dm^{-3}) NO SOLO DOS MODELOS AGROFLORESTAIS M_1 E M_2 .



Fonte: o autor.

Teores de K considerados médios ($30\text{-}45 \text{ mg/dm}^3$) foram alcançados no modelo M_2 no terceiro e quarto ano do estudo, situando-se entre 75 a 90 % do rendimento relativo máximo das culturas (SOCIEDADE..., 2004).

O potássio, elemento bastante móvel no solo (RAIJ, 1991), mostrou resultados variáveis, com perdas consideráveis ao longo dos anos, provavelmente devido à lixiviação e à extração pelas culturas da banana e cupuaçu, evidenciando a necessidade de realizar amostragens de solo anualmente a fim de estabelecer um calendário para fertilização corretiva em intervalos mais próximos.

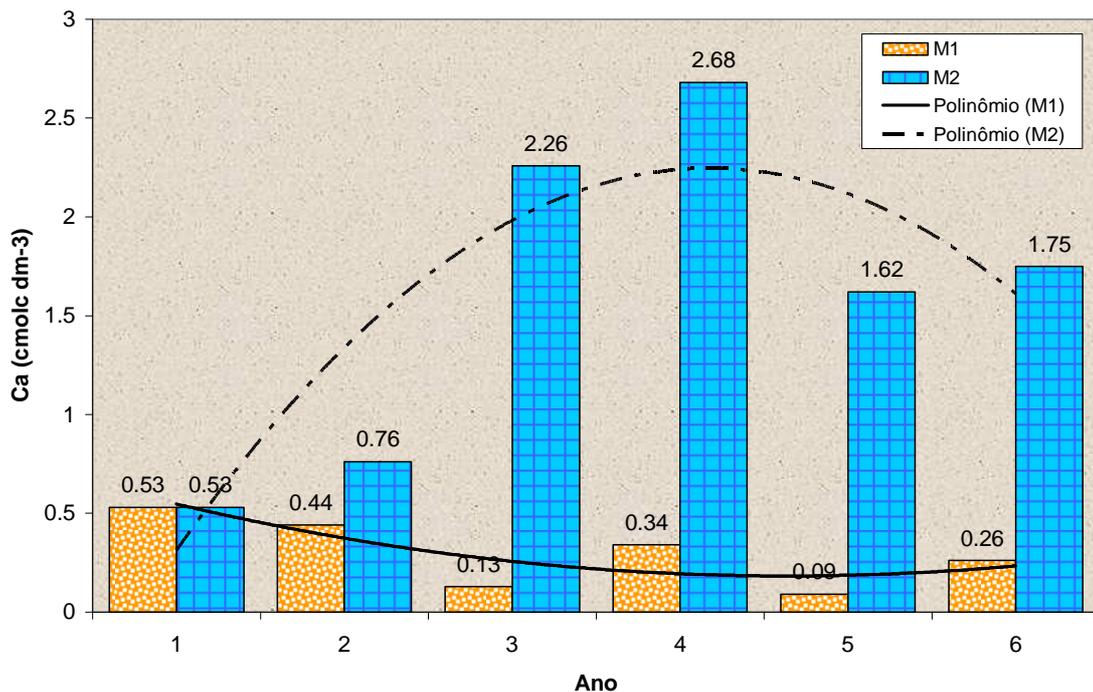
Os resultados do teor de Ca (GRÁFICO 6) no solo apresentaram curvas de comportamento bastante distintas para o modelo M_1 e M_2 .

O sistema M_1 não conseguiu aumentar seu teor inicial (0.53 cmolc/dm^3) durante os seis anos de avaliação, apresentando valores críticos de 0,13 e 0,09 cmolc dm^{-3} nos anos três e cinco, respectivamente. De acordo com RAIJ (1991), estes resultados indicam a acidez do solo do modelo M_1 no período de avaliação, onde baixos valores de cálcio estão acompanhados de baixos valores de pH (GRÁFICO 1) e elevados teores de alumínio (GRÁFICO 2). A acidez dos solos

quase sempre limita muito mais o crescimento das plantas que a falta de cálcio e, normalmente, quando se faz a correção da acidez do solo, aplica-se quantidade suficiente de cálcio para suprir as necessidades das plantas (RAIJ, 1991).

Já o sistema M_2 , em resposta à calagem realizada durante a fase de implantação do experimento, aumentou gradativamente o teor de Ca durante os quatro primeiros anos, alcançando teores satisfatórios⁵, entre 2,1 a 4,0 cmolc dm^{-3} no terceiro e quarto ano. Nos anos seguintes, cinco e seis, os valores diminuíram para 1.62 e 1.75 cmolc dm^{-3} , respectivamente, sendo considerados insuficientes (SOCIEDADE..., 2004; RAIJ, 1991).

GRÁFICO 6: TEOR DE CÁLCIO (cmolc dm^{-3}) NO SOLO DOS MODELOS AGROFLORESTAIS M_1 E M_2 .



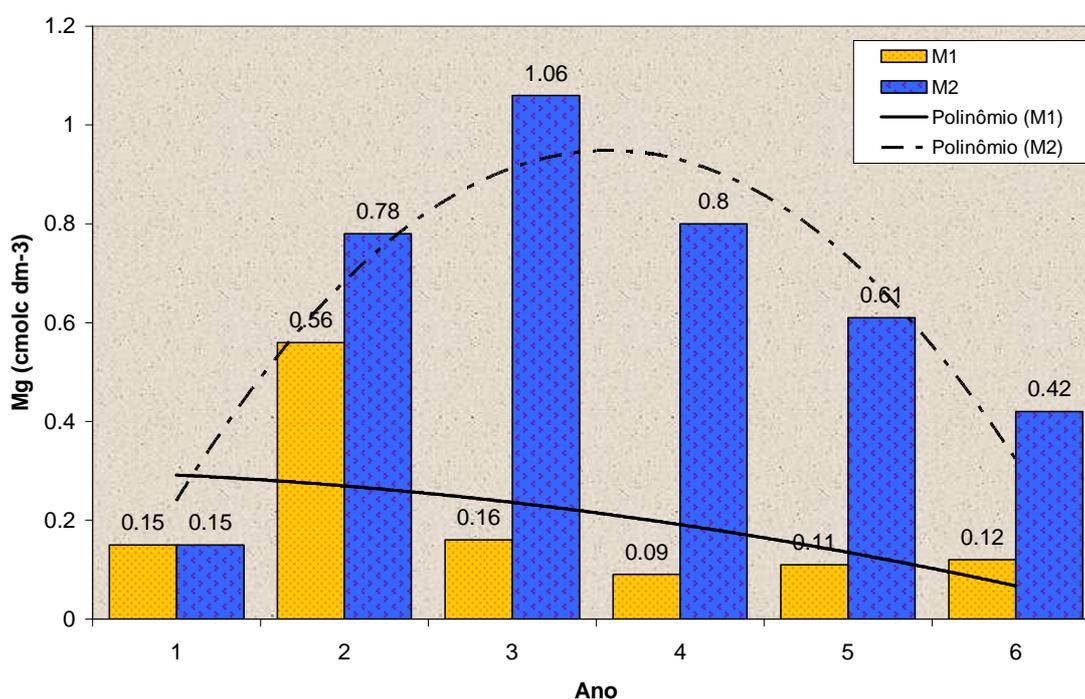
Fonte: o autor.

Observa-se no GRÁFICO 7 a variação do teor de Mg nos modelos M_1 e M_2 com distintas curvas de tendência. No sistema M_1 , o teor inicial de Mg foi de 0,15 cmolc dm^{-3} aumentando para 0,56 cmolc dm^{-3} no segundo ano. A partir do terceiro ano seus valores diminuíram acentuadamente, atingindo o nível crítico de 0,09

⁵ Valores para Ca (cmolc dm^{-3}) baixo= 0-2; médio= 2.1 – 4.0; alto= > 4.0.

cmolc dm⁻³ no quarto ano e permanecendo abaixo do teor inicial até o sexto ano. Os teores de Mg, observados no período de estudo, foram considerados insuficientes⁶ para favorecer uma produtividade adequada das culturas manejadas uma vez que seus valores foram inferiores a 0,5 cmolc dm⁻³ (SOCIEDADE..., 2004).

GRÁFICO 7: TEOR DE MAGNÉSIO (cmolc dm⁻³) NO SOLO DOS MODELOS AGROFLORESTAIS M₁ E M₂.



Fonte: o autor.

Devido à correção da fertilidade do solo, realizada na fase de implantação das culturas, o sistema M₂ apresentou um comportamento oposto ao M₁, aumentando o teor de Mg até o terceiro ano, com 1,06 cmolc dm⁻³, decrescendo nos anos seguintes. Entretanto, esta diminuição dos valores de Mg no sistema M₂ não alcançou teores tão baixos quanto ao modelo M₁, apresentando 0,42 cmolc dm⁻³ no sexto ano. Níveis satisfatórios de Mg foram observados entre o segundo e o quinto ano (0,6 a 1,0 cmolc dm⁻³).

⁶ Valores para Mg (cmolc dm⁻³) baixo= < 0,5; médio= 0,6 – 1,0; alto= > 1,0.

Considerando-se as informações sobre os teores de nutrientes apresentados anteriormente, tem-se que o sistema M₁ não melhorou a fertilidade do solo. Exceto no caso do fósforo, onde os teores aumentaram durante o período de estudo, os demais elementos mantiveram os níveis de fertilidade iniciais, mesmo com a aplicação de adubação de manutenção nas culturas plantadas, podendo-se considerar que as adubações complementares foram insuficientes para recuperar ou até mesmo melhorar os níveis de fertilidade do N, K, Ca e Mg.

Já o sistema M₂ teve aumento de pH e da fertilidade do solo em relação a fósforo, cálcio e magnésio, demonstrando ser o modelo agroflorestal com o maior potencial produtivo. Cálcio e magnésio responderam à aplicação de calcário, aumentando seus níveis a partir do primeiro ano após o plantio e atingindo seus melhores resultados no terceiro e quarto ano após o plantio.

Observando-se as curvas de comportamento de pH (GRÁFICO 1), alumínio (GRÁFICO 2), cálcio (GRÁFICO 6) e magnésio (GRÁFICO 7) do modelo M₂, pode-se indicar a necessidade de uma fertilização complementar no solo a partir do quinto ano visando a manutenção da produtividade das culturas.

1.8.2 Produção e Decomposição da Biomassa

Na TABELA 5 são apresentados os teores de nutrientes relativos às podas dos ingazeiros, realizadas nos sistemas agroflorestais em 1997.

Todos os resultados, referentes à produtividade de matéria verde (M.V.), matéria seca (M.S.) e dos macronutrientes N, P, K, Ca e Mg, foram superiores no modelo M₂ quando comparados com o modelo M₁, demonstrando o efeito da correção de solo com, principalmente, Ca e Mg no maior crescimento e desenvolvimento das espécies. AMARAL *et al.* (2000), afirmam que a fertilização fosfatada causa efeito na distribuição do sistema radicial de *Inga edulis*, resultando em um aumento de 30 % no comprimento e, conseqüentemente, na densidade de raízes finas, melhorando a área útil de solo explorada pelas raízes.

A proporção geral de M.S. em relação a M.V. foi de 46 %, sendo de 43 % nas folhas e de 50 % nos ramos do ingazeiro.

TABELA 5: BIOMASSA E NUTRIENTES DE *Inga edulis* ADICIONADOS AOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS M₁ E M₂ AOS 3 ANOS DE IDADE.

Sistema	Biomassa	Quantidade de nutrientes (kg.ha ⁻¹)						
		M.V.	M.S.	N	P	K	Ca	Mg
M ₁	Folha	2.307,3	1.043,0	22,79	1,09	2,13	7,28	0,86
	Ramo	1.833,4	956,8	6,84	0,41	1,42	4,06	0,24
	Total	4.140,7	1.999,7	29,63	1,49	3,55	11,34	1,10
M ₂	Folha	4.191,0	1.728,4	43,05	2,32	2,49	19,92	3,07
	Ramo	3.063,4	1.456,3	9,20	1,32	1,55	7,41	0,79
	Total	7.254,4	3.184,6	52,25	3,64	4,03	27,33	3,87

Obs: M.V. = matéria verde; M.S. = matéria seca.

Fonte: o autor.

No terceiro ano de idade o regime de podas dos ingazeiros no sistema M₂ produziu o equivalente a 3.184,6 kg ha⁻¹ de M.S., quantidade 59 % superior ao modelo M₁. Tal diferença se deve, provavelmente, ao efeito da fertilização (P, FTE e calagem) e gradagem realizada nas parcelas do sistema M₂ sobre a produção de matéria seca dos ingazeiros.

Observando-se a quantidade de macronutrientes presentes na biomassa do modelo M₂, constatou-se que o N e o Ca responderam com as maiores quantidades relativas às demais, com valores de 52,25 e 27,33 kg ha⁻¹, respectivamente.

Os macronutrientes estão distribuídos de forma diferenciada entre as folhas e ramos, com maior concentração nas folhas, com valores oscilando entre 60 a 80% do total. Os nutrientes com maior quantidade alocada nas folhas dos modelos agroflorestais foram N, Ca e Mg.

Os nutrientes presentes nos compostos orgânicos geralmente são liberados mais lentamente quando comparados com fertilizantes. Por um lado, isto pode representar uma vantagem, uma vez que a biomassa protege o solo diminuindo a lixiviação e a perda de nutrientes. Por outro lado, a lenta liberação dos nutrientes do composto orgânico pode deixar de fornecer a quantidade necessária de nutrientes ao cultivo de interesse (BUDELMAN, 1989).

Observa-se na TABELA 6 a taxa de decomposição da fitomassa da castanheira, cupuaçuzeiro e gliricídia durante o período de 75 dias.

A biomassa da castanheira apresentou uma taxa de decomposição de 52,9 % nos primeiros 15 dias, alcançando 66,2 % aos 75 dias.

TABELA 6: TAXA DE DECOMPOSIÇÃO (%) DA FITOMASSA DA CASTANHEIRA, CUPUAÇUZEIRO E GLIRICÍDIA, EM FUNÇÃO DOS DIAS DE AVALIAÇÃO E PARÂMETROS DO MODELO NÃO-LINEAR AJUSTADO.

Tempo (dias)	Taxa de decomposição (%)				Modelo sigmoidal		
	CAS	CUP	GLI	Coeficientes	CAS	CUP	GLI
0	~	~	~	β_0	-1,074	-0,846	-9,062
15	52,9	55,5	86,8	β_1	1,670	0,686	10,017
30	57,0	54,5	92,1	β_2	5,891	1,401	6,137
45	63,5	55,7	94,7	t_0	-3,478	2,651	-13,816
60	50,6	44,7	96,7	R_{aj}^2	0,88	0,90	0,99
75	66,2	54,6	96,9				

Onde: CAS – castanheira; CUP – cupuaçuzeiro; GLI – gliricídia.

Fonte: adaptado de CORREA *et al.* (2004 a, b, c).

Observou-se para a biomassa do cupuaçuzeiro uma taxa de decomposição semelhante à castanheira, com 55,5 % da fitomassa decomposta na primeira quinzena, mantendo a decomposição praticamente constante durante a avaliação.

A decomposição da fitomassa proveniente das folhas de gliricídia apresentou uma taxa de decomposição de 86,8 % da fitomassa inicial nos primeiros 15 dias, valor muito superior ao encontrado na castanheira e cupuaçuzeiro. Aos 30 dias de avaliação, praticamente toda a fitomassa da gliricídia já havia sido decomposta, demonstrando o potencial da espécie para ser utilizada como planta adubadora (NAIR, 1993; FASSBENDER, 1993; YOUNG, 1989).

BAGGIE *et al.* (2004), avaliando o efeito de diferentes resíduos orgânicos no processo decomposição, encontraram que a biomassa da gliricídia apresentou a mais rápida taxa. O bom resultado da espécie é devido, principalmente, aos baixos conteúdos de lignina, polifenóis e celulose na biomassa.

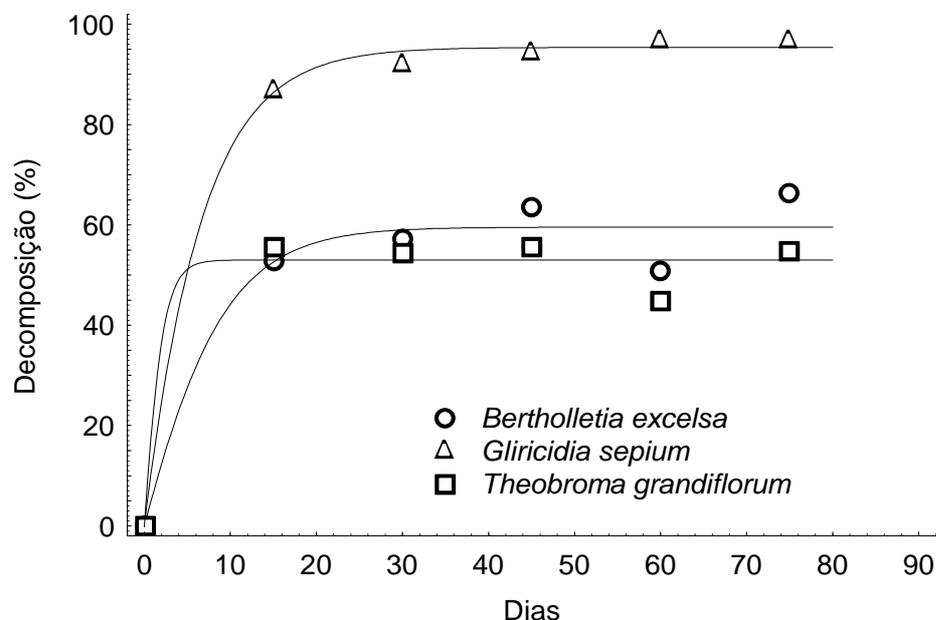
Observa-se na FIGURA 6 os ajustes da taxa de decomposição em relação à fitomassa inicial, apresentando-se curvas de comportamento com padrão semelhantes entre a castanheira, cupuaçuzeiro e gliricídia, com uma fase de

decomposição da fitomassa mais rápida, entre dez a vinte dias, seguido de um período mais lento.

Os diferentes tempos de decomposição entre as espécies avaliadas ocorreram devido às diferenças na composição bioquímica da biomassa. Compostos orgânicos de alta qualidade, ou seja, que decompõem rapidamente, apresentam alto teor de N, baixo conteúdo de lignina e de polifenóis. No caso de resíduos orgânicos de baixa qualidade, os níveis de N são baixos e os conteúdos de lignina e polifenóis são altos (NYAMAI, 1992; YOUNG, 1989).

Entretanto, o aporte de biomassa de espécies com rápida e lenta taxas de decomposição, como p. ex. *Gliricidia sepium* e *Inga edulis*, respectivamente, possibilita sincronizar a liberação de nutrientes da biomassa para as culturas de interesse no período desejado, de acordo com os requerimentos de cada espécie (MAFONGOYA, GILLER e PALM, 1998).

FIGURA 6: TAXA DE DECOMPOSIÇÃO DE FOLHAS DE *Bertholletia excelsa*, *Gliricidia sepium* e *Theobroma grandiflorum*.



Obs: Equação utilizada $y = \beta_0 + \{\beta_1 / [1 + \exp(-(t - t_0) / \beta_2)]\}$

Fonte: adaptado de CORREA *et al.* (2004 a, b, c).

1.8.3 Produtividade dos Componentes Agroflorestais

Apresenta-se, a seguir, a produtividade dos cultivos avaliados nos SAFs, durante o período de estudo. Para visualizar os resultados para cada componente, em cada ano, pode-se consultar o ANEXO A4.

1.8.3.1 Culturas anuais

Na TABELA 7 é apresentada a produtividade das culturas anuais nos sistemas agroflorestais M₁ e M₂, cultivadas nos três primeiros anos de implantação dos SAFs.

No sistema M₁, o arroz apresentou baixa produtividade, de 1.550 kg ha⁻¹ e 1.413 kg ha⁻¹, no primeiro e segundo anos. Esperava-se uma produtividade próxima à média regional, de 3.500 kg ha⁻¹ (CORDEIRO, 2002; CORDEIRO *et al.*, 2003), entretanto, a baixa fertilidade do solo nos dois primeiros anos de implantação dos SAFs limitou o potencial produtivo da cultura. A baixa fertilidade também afetou a produtividade da mandioca no modelo M₁ (4.935 kg ha⁻¹), produzindo 47 % a menos que no M₂ e ficando distante da produtividade média regional, de 13.000 kg ha⁻¹ (SCHWENGBER, SMIDERLE e MATTIONE, 2005).

TABELA 7. PRODUTIVIDADE (kg ha⁻¹) DAS CULTURAS ANUAIS NOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS M₁ E M₂.

Componentes	SAF	Ano		
		1	2	3
Arroz	M ₁	1.550	1.413	*
Milho	M ₂	3.319	*	*
Soja	M ₂	*	1.779	*
Mandioca	M ₁	*	*	4.935
	M ₂	*	*	10.550

Obs: * não houve plantio.

Fonte: o autor.

No sistema M₂ foram plantadas as culturas do milho (3.319 kg ha⁻¹), soja (1.779 kg ha⁻¹) e mandioca (10.550 kg ha⁻¹) nos primeiro, segundo e terceiro anos, respectivamente.

Das culturas anuais plantadas tanto no SAF M₁ como no SAF M₂, a mandioca, com produtividade de 10.555 kg ha⁻¹, ligeiramente inferior à média regional, de 13.000 kg ha⁻¹ (SCHWENGBER, SMIDERLE e MATTIONE, 2005), foi a cultura que apresentou os melhores resultados. Este fato contrariou as expectativas iniciais da equipe de pesquisa, que esperava um melhor rendimento das culturas do milho e soja em relação à mandioca. Entretanto, os fatores edafoclimáticos adversos àquelas culturas não prejudicaram o desenvolvimento da espécie menos exigente, a mandioca.

Estes resultados confirmam aqueles obtidos por SANTOS, RODRIGUEZ e WANDELLI (2002), que avaliaram quatro modelos agroflorestais em áreas degradadas a 54 km de Manaus, onde a mandioca foi a cultura agrícola com a melhor produtividade quando comparada ao arroz e ao milho.

1.8.3.2 Frutífera semi-perene: bananeira

Observa-se na TABELA 8 a produtividade da bananeira, plantada em uma densidade de 416 plantas ha⁻¹, nos modelos agroflorestais, sendo avaliada durante 5 anos no SAF M₁ e durante 6 anos no M₂.

As fertilizações complementares realizadas nas bananeiras nos modelos M₁ e M₂, de 500 g planta⁻¹ de N-P-K 10-26-26 no ano três e de 210 g de sulfato de amônio, 900 g de superfosfato simples e 300 g de cloreto de potássio no ano quatro, não foram suficientes para aumentar satisfatoriamente a produtividade no modelo M₁.

No início da fase produtiva (ano 2) do M₁, sua produtividade foi a menor do período, 165 kg.ha⁻¹. No terceiro ano, período que recebeu a fertilização complementar, a bananeira produziu 356 kg ha⁻¹ e nos anos seguintes a produtividade oscilou entre 247 kg ha⁻¹ a 291 kg ha⁻¹, valores muito inferiores aos obtidos no modelo M₂.

TABELA 8. PRODUTIVIDADE (kg ha^{-1}) DA BANANEIRA NOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS M_1 E M_2 .

Componente	SAF	Ano						
		1	2	3	4	5	6	7
Bananeira	M_1	*	165	356	247	291	285	**
	M_2	*	250	1407	276	1765	1104	732

Obs: * não houve plantio; ** foi naturalmente suprimida.

Fonte: o autor.

O baixo rendimento da bananeira observado no SAF M_1 refletiu as características de baixa fertilidade química do solo. Os valores de pH (GRÁFICO 1) se situaram entre 4,0 e 4,6 e os macronutrientes com os valores mais críticos foram fósforo (1 a 5 mg dm^{-3}), cálcio (0,09 a 0,44 cmolc dm^{-3}) e magnésio (0,1 cmolc dm^{-3}), apresentados nos GRÁFICOS 4, 6 e 7, respectivamente.

Observando-se os resultados de rendimento da bananeira no SAF M_2 , pode-se verificar que a cultura respondeu à aplicação de insumos, produzindo de quatro a seis vezes mais quando comparada ao SAF M_1 nos anos três, cinco e seis, alcançando produtividade de 1.407 kg ha^{-1} , 1.765 kg ha^{-1} e 1.104 kg ha^{-1} , respectivamente.

Os resultados da produtividade da bananeira alcançados no modelo M_2 estão diretamente relacionados às condições edáficas, uma vez que o pH aumentou de 4,5 a 5,8 e os valores mínimos de alumínio (0,1 cmolc dm^{-3}) foram alcançados nos anos três e quatro. Dos macronutrientes, o fósforo apresentou seu mais alto teor no ano três (9,65 mg dm^{-3}), o cálcio oscilou seus valores entre 1,62 e 2,68 cmolc dm^{-3} e o magnésio variou entre 0,42 e 1,06 cmolc dm^{-3} .

GAMA (2003), estudando três arranjos de modelos agroflorestais compostos de castanheira, feijó, cupuaçuzeiro, pupunheira, pimenteira e bananeira, em Machadinho d'Oeste, Rondônia, avaliou a bananeira, com uma densidade de 278 plantas. ha^{-1} , durante quatro anos. Seus resultados de produtividade foram bastante variados para os sistemas T_2 ⁷ e T_3 ⁸, iniciando com valores entre 2110,78 kg ha^{-1} a

⁷ T_2 : SAF composto por feijó, bananeira, pimenta-do-reino e cupuaçuzeiro.

⁸ T_3 : SAF composto por pupunheira, bananeira, pimenta-do-reino e cupuaçuzeiro.

2536,75 kg ha⁻¹ no ano 1, respectivamente, diminuindo para 301,28 kg ha⁻¹ e 539,95 kg ha⁻¹ no quarto ano de avaliação. Tais resultados ocorreram, de acordo com o autor, provavelmente devido a variações climáticas, diminuição da fertilidade do solo ou maior incidência de pragas.

1.8.3.3 Frutíferas perenes

Os valores da produtividade do cupuaçuzeiro e da pupunheira nos sistemas M₁ e M₂ podem ser observados na TABELA 9.

O cupuaçuzeiro, plantado com uma densidade de 416 plantas ha⁻¹, permaneceu quatro anos no período de maturação fisiológica, iniciando sua produção aos cinco anos de idade. Os melhores resultados obtidos com o cupuaçuzeiro ocorreram aos sete anos, com uma produtividade de 314 kg ha⁻¹ e 510 kg ha⁻¹ nos modelos M₁ e M₂, respectivamente, representando uma produtividade 62 % maior no sistema M₂. Estas diferenças nos resultados entre os dois modelos ocorreram devido ao manejo cultural mais adequado do SAF M₂, que contou com gradagem e correção de solo.

TABELA 9. PRODUTIVIDADE DO CUPUAÇUZEIRO E DA PUPUNHEIRA NOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS M₁ E M₂.

Componentes	SAF	Ano						
		1	2	3	4	5	6	7
Cupuaçuzeiro (kg ha ⁻¹)	M ₁	*	*	*	*	6	272	314
	M ₂	*	*	*	*	39	479	510
Pupunheira (cachos ha ⁻¹)	M ₁	**	*	*	35	43	62	75
	M ₂	**	*	*	53	74	80	93

Obs:; * período de imaturidade da cultura; ** não houve plantio.

Fonte: o autor.

O cupuaçuzeiro é uma espécie importante na composição dos sistemas agroflorestais estudados, presente na maior parte dos modelos desenhados por produtores rurais do estado de Roraima e da região amazônica como um todo (SÁ *et al.*, 2000; SANTOS, RODRIGUEZ e WANDELLI, 2002; MENDES, 2002 e 2003).

Aos oito anos de idade, cada cupuaçuzeiro do SAF M₁ produzia de um a dois frutos com peso médio de 808 g. Nesta fase de produção as plantas do SAF M₁ produziram 380 kg ha⁻¹ de frutos, estabilizando a produção aos onze anos com aproximadamente 660 kg ha⁻¹ (ARCO-VERDE e MOURÃO JUNIOR, 2004^a; ARCO-VERDE e MOURÃO JUNIOR, 2003^b).

No SAF M₂, constatou-se que cada planta de cupuaçuzeiro produziu uma média de dois frutos com peso médio de 731 g, com média de 620 kg ha⁻¹ de frutos, atingindo a estabilidade da produção aos onze anos com aproximadamente 830 kg ha⁻¹ (ARCO-VERDE e MOURÃO JUNIOR, 2004^a; ARCO-VERDE e MOURÃO JUNIOR, 2003^b).

Valores semelhantes de produção de frutos, aos oito anos, (2,3 frutos planta⁻¹; p<0,30) foram obtidos por MARQUES, FERREIRA E CARVALHO (2001) em modelos de sistemas agroflorestais avaliados na região do Tapajós, Pará, com uma densidade de 136 plantas ha⁻¹.

Conforme ARCO-VERDE e MOURÃO JUNIOR (2004^a), a produção média dos frutos de cupuaçu é associada à precipitação semanal, onde são apresentados dois picos de produção. O primeiro ocorre na última semana do mês de junho até a penúltima semana do mês de julho, representando o início de redução de chuvas (131-51 mm semana⁻¹) e assinalando 5% da produção total no sistema M₂ e 37% da produção total no sistema M₁. O segundo pico inicia-se entre a segunda e a última semana de outubro, em um período longo de estiagem (0 mm semana⁻¹), assinalando 93% da produção total no sistema M₂ e 59% da produção total no sistema M₁.

Devido a época de maior produção de cupuaçu se situar no mês de outubro, sua comercialização pode ser feita tanto em Boa Vista, grande consumidor da produção do estado, quanto em Manaus, que apresenta safra nos meses de janeiro

a maio (SOUZA *et al.*, 1998), potencial mercado para o consumo de produtos agroflorestais procedentes de Roraima. Esta diferença nos períodos de produção se deve às diferenças climáticas entre as duas cidades, distantes 760 km, sendo que Boa Vista está localizada no hemisfério norte e Manaus ao sul da linha do Equador.

A pupunheira, com uma densidade de 338 plantas ha⁻¹, permaneceu dois anos na fase de maturação fisiológica, iniciando sua produção aos três anos de idade, com 35 cachos ha⁻¹ e 53 cachos ha⁻¹ no modelos M₁ e M₂, respectivamente. Seus melhores resultados ocorreram aos sete anos, com uma produtividade de 75 cachos ha⁻¹ e 93 cachos ha⁻¹ nos modelos M₁ e M₂, respectivamente, representando uma produtividade 24 % maior no sistema M₂. No caso das pupunheiras, a diferença na produtividade não foi tão evidente como o ocorrido na cultura do cupuaçuzeiro, apresentando uma resposta um pouco superior ao melhor manejo cultural no SAF M₂.

De acordo com ARCO-VERDE e MOURÃO JUNIOR (2004^b), o início da coleta de cachos de pupunha no modelo M₁ ocorreu na segunda quinzena do mês de julho (76 mm semana⁻¹), enquanto que no modelo M₂, deu-se na segunda quinzena de agosto (64 mm semana⁻¹), com uma duração do ciclo de colheita de aproximadamente 70 dias no modelo M₁ e de 40 dias no modelo M₂.

O pico de produção dos modelos (M₁= 70% e M₂= 80% da produção total) foi assinalado no período que compreende a segunda quinzena do mês de agosto (64 mm semana⁻¹). Já uma nova safra de pupunha (19%), no modelo M₂, foi assinalada na primeira quinzena de setembro (98 mm semana⁻¹), enquanto que no modelo M₁, a nova safra de frutos (14%) foi assinalada na segunda quinzena de setembro (12 mm semana⁻¹) (ARCO-VERDE e MOURÃO JUNIOR, 2003^a).

Considerando a época de frutificação verificada na Amazônia Central, nos meses de dezembro a março (CLEMENT, 1999), tem-se que a pupunha de Roraima, produzida em outubro, apresenta mercado garantido tanto no âmbito interno, em Boa Vista, como externo, em Manaus.

1.8.3.4 Crescimento das Espécies Florestais

Os resultados do crescimento da castanha-do-Brasil e da cupiúba, nos modelos M_1 e M_2 e plantadas em monocultivo são apresentados na TABELA 10.

A castanheira apresentou um crescimento em DAP e altura total de 10,5 cm e 6,1 m no sistema M_1 e 4,9 cm e 3,6 m no sistema M_2 , respectivamente. Esta diferença entre os modelos representa um maior crescimento do sistema M_1 quando comparado ao sistema M_2 (114 % em DAP e 69 % em altura), resultado observado em todas as repetições desde a instalação do experimento.

Esperava-se maior crescimento da castanheira no sistema M_2 , onde a gradagem e a correção de solo deveriam fornecer melhores condições para o desenvolvimento da espécie. Entretanto, a castanheira se mostrou mais adaptada às condições de baixa fertilidade e/ou menor competitividade diante de outras espécies do sistema.

Em relação à cupiúba, os resultados de crescimento em DAP e altura foram semelhantes em ambos os sistemas, com DAP ligeiramente superior (0,2 cm) no sistema M_1 .

Verificou-se que as espécies florestais cresceram anualmente, em média, cerca de 1 cm em DAP e 1 m em altura, exceto para o DAP da castanheira no sistema M_1 que alcançou 2,6 cm ano⁻¹.

TABELA 10. CRESCIMENTO DA CASTANHEIRA E DA CUPIÚBA NOS SAFS M_1 , M_2 E EM MONOCULTIVO.

Espécies	Sistema	N	Idade (anos)	Parâmetros		
				DAP (cm)	Altura (m)	Volume (m ³)
Castanheira	M_1	52	4	10,5	6,1	1,4111
	M_2	52	4	4,9	3,6	0,3536
	Mono	52	7	13,5	11,3	3,9196
Cupiúba	M_1	52	5	5,3	4,3	0,4155
	M_2	52	5	5,1	4,9	0,4276
	Mono	52	7	9,7	8,5	1,6407

Obs: Mono: monocultivo; N: número de árvores ha⁻¹; DAP: diâmetro à altura do peito.

Equação de volume utilizada: $v = b_0 + b_1 d^2 h$ (Spurr) (TONINI, ARCO-VERDE E SÁ, 2005).

Fonte: o autor.

1.9 CONCLUSÕES

- A gradagem e a fertilização influenciam positivamente o crescimento e a produtividade das culturas anuais, principalmente, nos SAFs;
- A gradagem, a calagem e a fertilização realizadas na fase inicial de implantação de um SAF podem diminuir os níveis de Al e aumentar os valores de pH, P, Ca e Mg, principalmente no terceiro e quarto ano, favorecendo o crescimento e produtividade de seus componentes;
- A biomassa proveniente de podas das plantas adubadoras usadas na pesquisa, contribui efetivamente para a manutenção da fertilidade do solo, principalmente com o aporte de N, Ca e Mg;
- O aporte de biomassa de espécies com rápida e lenta taxa de decomposição, como *Gliricidia sepium* e *Inga edulis*, respectivamente, possibilita sincronizar a liberação de nutrientes da biomassa para as culturas no período desejado, de acordo com os requerimentos de cada espécie;
- Os SAFs necessitam de fertilização complementar para manter os teores de nutrientes adequados e compensar a exportação pelas colheitas, mesmo com o aporte de nutrientes provenientes das podas das árvores adubadoras;
- O plantio de espécies adubadoras é importante em solos de baixa fertilidade, devendo ser considerado como fator implícito para compor SAFs;
- A mandioca é uma cultura de interesse para o uso em SAFs na Amazônia, tendo em vista tanto a produtividade como o potencial de adoção regional;
- A bananeira é uma cultura sensível às variações de pH e teores de nutrientes do solo em SAFs;
- O cupuaçuzeiro apresentou a melhor resposta produtiva nos modelos avaliados, o que a qualifica como a espécie mais atrativa para compor SAFs na região amazônica.

1.10 RECOMENDAÇÃO

- Em experimentação com SAFs, recomenda-se, entre outros aspectos relacionados a crescimento e desenvolvimento, monitorar anualmente as características químicas dos nutrientes do solo para corrigir eventuais deficiências nutricionais e favorecer a produtividade dos componentes.

1.11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, E. F. do; LIMA, M. V. de; LUDEWIGS, T.; ANDRADE, A. C.; BARDALES, N. G.; MENESES FILHO, L. C. L.; RECCO, R. D.; MELO, A. W. F. de; AMARAL, E. F. do. Avaliação do efeito da adubação fosfatada na distribuição do sistema radicular da Ingá-de-macaco (*Inga coreacea*), Ingá-mirim (*Inga pagifolia*) e Ingá-de-metro (*Inga edulis*) cultivadas em aléias no estado do Acre. In: III Congresso Brasileiro sobre Sistemas Agroflorestais: Manejando a Biodiversidade e Compondo a Paisagem Rural. **Anais...** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. p. 45-47.

ARCO-VERDE, M. F. **Evaluación de la disponibilidad de nutrientes, tasa de descomposición y efectos de productos agroforestales sobre cultivos anuales utilizados en la Agricultura Orgánica.** Dissertação de Mestrado. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 105 p. 1998.

ARCO-VERDE, M. F.; SCHWENGBER, D. R.; DUARTE, O. R. Desenvolvimento de sistemas agroflorestais para recuperação de áreas de mata abandonadas de Roraima. In: **Anais** dos Resultados (Fase Emergencial e Fase 1) - Programa Piloto para a proteção das florestas. Manaus. 1999.

ARCO-VERDE, M. F.; SCHWENGBER, D. R.; DUARTE, O. R.; LUCAS, J. G. dos S. Avaliação Silvicultural da castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*) e cupiúba (*Goupia glabra*) em sistemas agroflorestais no estado de Roraima. In: III Congresso Brasileiro sobre Sistemas Agroflorestais: Manejando a Biodiversidade e Compondo a Paisagem Rural. **Anais...** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. p. 61-62.

ARCO-VERDE, M. F.; MOURÃO JUNIOR, M.; LOPES, C. E. V. Diagnóstico sócio-econômico em área de pequenos produtores rurais no estado de Roraima. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 4. Boa Vista, Embrapa Roraima, 2002. 15 p.

ARCO-VERDE, M. F.; MOURÃO JÚNIOR, M. Época de produção da pupunha (*Bactris gasipaes*) como componente de sistemas agroflorestais em Roraima. **Comunicado Técnico** n. 19. Embrapa Roraima. Boa Vista, Roraima. 5 p. 2003a.

ARCO-VERDE, M. F.; MOURÃO JÚNIOR, M. Produção de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) como componente de sistemas agroflorestais em Roraima. **Comunicado Técnico** n. 16. Embrapa Roraima. Boa Vista, Roraima. 5 p. 2003b.

ARCO-VERDE, M. F.; MOURÃO JUNIOR, M. Ciclo de produção do cupuaçuzeiro como componente de sistemas agroflorestais em Roraima. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais: SAFs: Desenvolvimento com Proteção Ambiental. **Anais...** Curitiba. Embrapa Florestas, 2004a. p. 488-490.

ARCO-VERDE, M. F.; MOURÃO JUNIOR, M. Ciclo de produção da pupunheira como componente de sistemas agroflorestais em Roraima. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais: SAFs: Desenvolvimento com Proteção Ambiental. **Anais...** Curitiba. Embrapa Florestas, 2004b. p. 491-493.

BAGGIE, I.; ROWELL, D. L.; ROBINSON, J. S.; WARREN, G. P. Decomposition and phosphorus release from organic residues as affected by residue quality and added inorganic phosphorus. **Agroforestry Systems** 63: 125 – 131. 2004.

BANDY, D.; GARRITY, D. P.; SÁNCHEZ, P. El problema mundial de la agricultura de tala y quema. **Agroforestería en las Américas**, CATIE, Turrialba, Costa Rica. ano 1, n. 3, p. 14-20. 1994.

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.

BUDELMAN, A. Nutrient composition of the leaf biomass of three selected woody leguminous species. **Agroforestry Systems** 8: 39 – 51. 1989.

CARDOSO, I. M.; JANSSEN, B.H.; OENEMA, O.; KUYPER, T. W. Phosphorus pools in Oxisols under shaded and unshaded coffee systems on farmers' fields in Brasil. **Agroforestry Systems** 58: 55 – 64. 2003.

CARVALHO, J. E. U. de. Utilização de Espécies Frutíferas em Sistemas Agroflorestais na Amazônia. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais: Bases Científicas para o Desenvolvimento Sustentável. **Anais...** Campos dos Goytacazes, RJ. Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006. p. 169-176.

CLEMENT, C. R. 1999. **Introdução à pupunha**. Pupunha-Net. [Disponível em www.inpa.gov.br/pupunha/artigos/crc1.html]. Acessado em 12/04/2004.

COLEMAN, D. C.; CROSSLEY, D. A. JUNIOR **Fundamentals of Soil Ecology**. Academic Press. 205 p. 1996.

CORDEIRO, A. C. C. Linhagens promissoras de arroz de terras altas para Roraima no período de 1997 a 2001. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DO ARROZ, 1. REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ - RENAPA, 7, agosto de 2002. **Anais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. v. 1, p.192-193.(Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 134).

CORDEIRO, A. C. C.; MEDEIROS, R. D. de; PEREIRA, P. R. V. da S.; MOREIRA, M. A. B. Orientações técnicas para o cultivo do arroz de terras altas em Roraima. **Circular Técnica** n. 1, Boa Vista, Roraima, 21 p. 2003.

CORREA, E. F.; ARCO-VERDE, M. F.; MOURÃO JUNIOR, M.; LIMA, H. N. Decomposição de folhas de castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*, Lecythidaceae) em um modelo de sistema agroflorestal de Roraima. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais: SAFs: Desenvolvimento com Proteção Ambiental. **Anais...** Curitiba. Embrapa Florestas, 2004^a. p. 67-69.

CORREA, E. F.; ARCO-VERDE, M. F.; MOURÃO JUNIOR, M.; LIMA, H N. Decomposição de folhas de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandifolium*, Sterculiaceae) em um modelo de sistema agroflorestal de Roraima. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais: SAFs: Desenvolvimento com Proteção Ambiental. **Anais...** Curitiba. Embrapa Florestas, 2004^b. p. 70-72.

CORREA, E. F.; ARCO-VERDE, M. F.; MOURÃO JUNIOR, M.; LIMA, H N. Decomposição de folhas de gliricídia (*Gliricidia sepium*, Leg. Papilionoidea) em um modelo de sistema agroflorestal de Roraima. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais: SAFs: Desenvolvimento com Proteção Ambiental. **Anais...** Curitiba. Embrapa Florestas, 2004^c. p. 73-75.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 412 p., 1999.

FASSBENDER, H. W. **Modelos Edafológicos de Sistemas Agroforestales**. Serie de materiales de enseñanza no. 29. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 491 p. 1993.

FASSBENDER, H. W.; BORNEMISZA, E. **Química de Suelos con Énfasis en Suelos de América Latina**. IICA, San José, Costa Rica. 420 p. 1987.

FLORES, M. X. Projeto EMBRAPA. A pesquisa agropecuária rumo ao século XXI. EMBRAPA-SEA. Brasília, DF. **Documentos** 4. 38 p. 1991.

GAMA, M. M. B. **Análise técnica e econômica de sistemas agroflorestais em Machadinho d'Oeste, Rondônia**. 2003, 112 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

HAUSER, S. Distribution and activity of earthworms and contribution to nutrient cycling in alley cropping. **Biology and Fertility of Soils** 15 : 16 – 20. 1993.

KASS, D. C. L. **Fertilidad de Suelos**. 1^a ed. EUNED. San José, Costa Rica, 272 p. 1996.

KRISHNAMURTHY, L.; ÁVILA, M. **Agroforestería Básica**. Série Textos Básicos para la Formación Ambiental n^o. 3. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente – PNUMA. México, D.F. 340 p.1999.

MAFONGOYA, P. L. **Multipurpose tree pruning as a source of nitrogen to maize (Zea mays L.) under semiarid conditions in Zimbabwe**. Tese de Doutorado. Universidade da Florida, USA. 140 p. 1995.

MAFONGOYA, P. L.; GILLER, K. E.; PALM, C. A. Decomposition and nitrogen release patterns and tree pruning and litter. **Agroforestry Systems** 38: 77-97. 1998.

MARQUES, L. C. T.; FERREIRA, C. A. P.; CARVALHO, E. J. M. Sistema agroflorestal em área de pequeno produtor na região do Tapajós, estado do Pará – Avaliação após doze anos de implantado. **Documentos** n.º. 99. Belém. Embrapa Amazônia Oriental. 2001. 19 p.

MARQUES, L. C. T.; KANASHIRO, M.; SERRÃO, E. A. S.; SÁ, T. D. de A. Sistemas Agroflorestais: Situação Atual e Potencialidade para o Processo de Desenvolvimento da Amazônia Brasileira. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais: Sistemas Agroflorestais no Desenvolvimento Sustentável. **Anais...** Porto Velho. Embrapa Florestas, 1994. p. 159-172.

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. The University Press (Belfast) Ltd. 674 p. 1986.

MENDES, F.A.T. Avaliação de modelos de SAFs em pequenas propriedades selecionadas no município de Tomé-Açú, Estado do Pará. In: IV Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, 2002, Ilhéus, Bahia. **Anais** do IV Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais. CEPLAC. 3 p.

MENDES, F.A.T. Avaliação de modelos simulados de sistemas agroflorestais em pequenas propriedades cacauceiras selecionadas no município de Tomé-Açú, no Estado do Pará. **Informe Gepec**, Toledo, Paraná, v. 07, n. 1, p. 118 – 144, 2003.

MENEZES, A. J. E. A. de; FRAZÃO, D. A. C.; HOMMA, A. K. O.; MATOS, G. B. de; ISHISUKA, Y.; ROCHA, A. C. P. N. da; COUTO NETO, M. da C.; MOREIRA, J. Influência da Colônia Nipo-Brasileira na formação dos Sistemas Agroflorestais dos Pequenos Agricultores Familiares de Tomé-Açú, Pará. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais: SAFs: Desenvolvimento com Proteção Ambiental. **Anais...** Curitiba. Embrapa Florestas, 2004. p. 105 – 107.

MENEZES, M. A. **O controle qualificado do desmatamento e o ordenamento territorial na região amazônica**. In: Causas e Dinâmica do Desmatamento na Amazônia. Ministério do Meio Ambiente – Brasília. 436 p. 2001.

MONTAGNINI, F. *et al.* **Sistemas agroflorestales: principios y aplicaciones em los trópicos**. San José, Costa Rica. OET (Organización para Estudios Tropicales). 2ª edição, 1992. 622 p.

MORALES, E. A. V. Especial Roraima – Sol, sonhos e coragem. São Paulo. **Revista Panorama Rural**. Ano 3 n.º. 35. pp. 52 - 65. 2002.

MOURÃO JUNIOR, M.; XAUD, M. R.; XAUD, H. A. M.; MOURA NETO, M. A. de; ARCO-VERDE, M. F.; PEREIRA, P. R. V. S.; TONINI, H. Precipitação pluviométrica em áreas de transição savana-mata de Roraima: campos experimentais Serra da Prata e Confiança. **Comunicado Técnico** n. 17. Embrapa Roraima. Boa Vista, Roraima. 2003. 7 p.

NAIR, P. K. R. **Agroforestry Systems in the Tropics**. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. 1989. 664 p.

NAIR, P.K.R. **An Introduction to Agroforestry**. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. 499 p. 1993.

NOVAIS, R. F. de; BARROS, N. F. de. Sustainable agriculture and forestry production systems on acid soils: Phosphorus as a case-study. In: MONIZ *et al.* (Ed.). **Plant – soil interactions at low pH**: sustainable agriculture and forestry production. Brazilian Soil Science Society, Campinas, Brasil. 1996. p. 39 – 51.

NYAMAI, D. O. Investigations on decomposition of foliage of woody species using a perfusion method. **Plant and Soil**, 139: 239 – 245. 1992.

OLIVEIRA, M. V. de; NOBRE, F. R. C.; ALEXANDRE, A. S.; PEREIRA, A. M. B.; ARAUJO, E. A. de. Sistemas Agroflorestais no Estado do Acre. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais: Sistemas Agroflorestais no Desenvolvimento Sustentável. **Anais...** Porto Velho. Embrapa Florestas, 1994. p. 141- 146.

PALM, C.A. Contribution of agroforestry trees to nutrient requirements of intercropped plants. **Agroforestry Systems** 30: 105 – 124. 1995.

PALM, C.A.; SÁNCHEZ, P.A. Decomposition and nutrient release patterns of the leaves of three tropical legumes. **Biotropica** 22 (4): 330-338. 1990.

PALM, C.A.; SÁNCHEZ, P.A. Nitrogen release from the leaves of some tropical legumes as affected by their lignin and polyphenolic contents. **Soil Biol. Biochem.** 23 (1): 83-88. 1991.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Ceres, Potafos. Piracicaba, SP. 343 p. 1991.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. V. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação**. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Viçosa, MG. 359 p. 1999.

SÁ, C. P. de; SANTOS, J. C. dos; LUNZ, A. M. P.; FRANKE, I. L. Análise financeira e institucional de três principais sistemas agroflorestais adotados pelos produtores do Reca. **Circular Técnica**, nº. 33. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 12 p.

SÁ, T. D. de A.; ALEGRE, J. Práticas agroflorestais visando ao manejo de vegetações secundárias: uma abordagem com ênfase em experiências amazônicas. Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais. **Documentos** nº. 17. Manaus. Embrapa Amazônia Ocidental, 2001. p. 102-115.

SÁNCHEZ, P.A. **Suelos del Trópico. Características y Manejo**. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, Costa Rica. 634 p. 1981.

SÁNCHEZ, P.A. Science in agroforestry. **Agroforestry Systems** 30: 5-55. 1995.

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

SARAGOUSSI, M. Pequenos produtores rurais de terra-firme em três localidades do estado do Amazonas: principais problemas; propostas de soluções. In: FERREIRA E. J. G.; SANTOS. G. M.; LEÃO, E. M.; OLIVEIRA, L. A. (Eds). **Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia**, vol. 2. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 107 p. 1993.

SCHWENGBER, D. R.; SMIDERLE, O. J.; MATTIONI, J. A. M. Mandioca: recomendações para o plantio em Roraima. Embrapa Roraima, Boa Vista. **Circular Técnica** n. 5, 2005. 30 p.

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 CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de Adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. Porto Alegre, RS. 10ª ed. 2004. 400 p.

SOUZA, V. F. de; ALMEIDA, C. M. V. C. de; ALVES, P. M. P.; ABDALA, W. S.; MENEZES, J. M. T.; SALES, J. M. Sistemas Agroflorestais no Estado de Rondônia. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais: Sistemas Agroflorestais no Desenvolvimento Sustentável. **Anais...** Porto Velho. Embrapa Florestas, 1994. p. 133-140.

SOUZA, A. G. C.; SILVA, S. E. L.; TINOCO, P. B.; GUIMARÃES, R. R.; SÁ SOBRINHO, A. F. Cadeia produtiva do cupuaçu no Amazonas. Embrapa Amazônia Ocidental/SEBRAE-AM. **Documentos** n^o. 17; SEBRAE-AM. Série Agronegócios. 35 p. 1998.

SZOTT, L.T.; FERNANDES, E.C.M.; SÁNCHEZ, P.A. Soil-plant interactions in agroforestry systems. **Forest Ecology and Management** 45: 127 – 152. 1991.

TEDESCO, M. J.; VOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. Análises de solos, plantas e outros materiais. **Boletim Técnico** de Solos, 5. UFRGS, Porto Alegre. 188 p. , 1985.

TIAN, G.; KANG, B.T.; BRUSSAARD, L. Biological effects of plant residues with contrasting chemical compositions under humid tropical conditions – decomposition and nutrient release. **Soil Biol. Biochem.** 24 (10): 1051 – 1060. 1992 a.

TIAN, G.; KANG, B.T.; BRUSSAARD, L. Effects of chemical composition on N, Ca, and Mg release during incubation of leaves from selected agroforestry and fallow plant species. **Biogeochemistry** 16: 103 – 119. 1992 b.

TONINI, H.; ARCO-VERDE, M. F.; SÁ, S. P. P. de. Dendrometria de espécies nativas em plantios homogêneos no estado de Roraima – Andiroba (*Carapa guianensis* Aubl), Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.), Ipê-roxo (*Tabebuia avellanedae* Lorentz ex Griseb) e Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). **Acta Amazonica**, v. 35(3), pp. 353-362. 2005.

VIEIRA, L. S. **Manual da Ciência do Solo**. Ed. Agronômica Ceres. São Paulo, SP. 464 p. 1975.

YOUNG, A. **Agroforestry for Soil Management**. CAB International. Wallingford, Oxon, UK. 320 p. 1998.

YOUNG, A. **Agroforestry for Soil Conservation**. CAB International. Wallingford, Oxon, UK. 276 p. 1989.

WARING, R.H.; SCHLESINGER, W.H. **Forest Ecosystems. Concepts and Management**. Academic Press, Inc. 340 p. 1985.

WIKIPEDIA. Disponível em <http://pt.wikipedia.org/wiki/Roraima>. Acesso no dia 18 de março de 2008.

CAPÍTULO II

INDICADORES FINANCEIROS DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NO ESTADO DE RORAIMA, AMAZÔNIA BRASILEIRA

SUSTENTABILIDADE BIOFÍSICA E SOCIOECONÔMICA DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

2 CAPÍTULO 2: INDICADORES FINANCEIROS DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NO ESTADO DE RORAIMA

2.1 INTRODUÇÃO

As pesquisas com sistemas agroflorestais vêm enfatizando, principalmente, os aspectos biofísicos, deixando uma lacuna sobre os temas sócio-econômicos. Nesse contexto, é importante ampliar os estudos sobre aspectos financeiros como forma de aumentar a aceitabilidade dos sistemas agroflorestais (SAFs) pelos produtores e definir parâmetros que possam respaldar os diferentes modelos agroflorestais propostos aos produtores rurais.

No estado de Roraima, os primeiros trabalhos de pesquisa com sistemas agroflorestais iniciaram em 1995, com um grupo multidisciplinar de pesquisadores da Embrapa Roraima buscando oferecer um sistema de produção alternativo com potencial sustentável para os produtores rurais do estado. De acordo com as necessidades locais, foram desenhados dois modelos agroflorestais, um agrossilvicultural e um agrossilvipastoril, selecionando espécies nativas e conhecidas no meio rural em conjunto com espécies introduzidas.

Desde 1995, com base em estudos realizados em área experimental da Embrapa Roraima, divulgaram-se na região os sistemas agroflorestais em dias de campo, visitas de produtores rurais, aulas de campo com a presença de alunos da Universidade Federal de Roraima, cursos e treinamentos para extensionistas e técnicos da Secretaria da Agricultura e por meio de publicações em jornais, revistas e eventos científicos.

Após superar a desconfiança e a descrença de alguns produtores e técnicos, formou-se um grupo de trabalho interinstitucional e multidisciplinar, iniciando-se, em 1999, trabalhos de pesquisa diretamente em áreas de produtores rurais.

Durante todo o processo de consolidação dos SAFs no estado sempre houve a necessidade de obter informações financeiras sobre as diferentes etapas de implantação e manejo dos modelos agroflorestais para comparar os custos e receitas das espécies utilizadas, assim como conhecer a real demanda de mão-de-obra nas diferentes fases dos SAFs. Desta forma, poder-se-ia apresentar aos representantes do meio rural, informações biofísicas e socioeconômicas de diferentes modelos agroflorestais para o estado de Roraima.

O objetivo do presente estudo foi realizar uma avaliação financeira, com base na dinâmica de fluxos de caixa, de dois modelos agroflorestais implantados em região de floresta de transição sucessional, no estado de Roraima.

2.2 PROBLEMA

O principal problema para a consolidação dos sistemas agroflorestais no estado de Roraima é a falta de informações. Os SAFs têm sido estudados no estado há treze anos, tempo relativamente pequeno para gerar resultados consolidados nas diversas áreas da pesquisa, mas suficiente para despertar o interesse das comunidades rurais e do meio científico.

A falta de informação gera a desconfiança do produtor rural e, conseqüentemente, maior dificuldade para a adoção da prática agroflorestal. É necessário informar ao produtor rural a respeito dos custos de preparo das mudas e de implantação, demanda de mão-de-obra, práticas de manejo e planejamento da comercialização dos produtos.

Analisando-se as linhas de crédito oferecidas pelas instituições bancárias, percebe-se que são oferecidas poucas opções para os produtores que pretendem trabalhar com sistemas agroflorestais, como p.ex., o PROCERA⁹ e PRORURAL¹⁰ (BASA, 1999). Isto acontece porque faltam resultados dos indicadores financeiros dos SAFs, causando um impedimento para a criação e liberação de empréstimos

⁹ Programa de Apoio à Reforma Agrária.

¹⁰ Programa de Apoio à Pequena Produção Familiar Rural Organizada.

para sua implantação, uma vez que os bancos não sabem como avaliar a viabilidade financeira dos projetos agroflorestais.

Outro fato importante a se destacar negativamente para o uso de SAFs é a falta de uma política pública orientada ao uso sustentável dos recursos naturais em áreas de assentamento rural e projetos de colonização. Geralmente, as famílias, oriundas de outros estados da federação, são assentadas em locais isolados, de difícil acesso, e desconhecem os sistemas de produção adequados para o manejo sustentável da propriedade. Diante deste quadro, a maioria das famílias pratica o sistema chamado de "Derruba e Queima"¹¹, o qual contribui para o aumento do desflorestamento e da pobreza no estado. Para tentar mitigar este problema, deve-se apresentar aos produtores e gestores públicos, resultados contundentes de práticas agroflorestais no estado e na região amazônica (ALMEIDA, SABOGAL e BRIENZA JÚNIOR, 2006) para servir de apoio para o planejamento de políticas públicas e programas de subsídios de projetos relacionados às áreas dos produtores de baixa renda do estado de Roraima.

2.3 JUSTIFICATIVA

Uma vez que os produtores rurais de baixa renda utilizam sistemas de produção inadequados em suas propriedades, torna-se necessário encontrar soluções para evitar a continuidade do "círculo vicioso da pobreza"¹² (ROCHA, 2003; WAQUIL, FINCO e MATTOS, 2004) no estado de Roraima.

Dentre os sistemas de produção sustentáveis existentes, os sistemas agroflorestais, quando corretamente desenhados e manejados, são indicados para diminuir a pressão sobre as florestas e mitigar a pobreza, de forma sustentável, nas propriedades rurais.

Os modelos agroflorestais devem estar compostos por pelo menos uma ou duas espécies com potencial para a comercialização no mercado local ou regional e

¹¹ Consiste na retirada de aproximadamente 0,5 a 2 ha da floresta nativa através do corte e queimada da vegetação para o plantio das culturas anuais, por um período de dois a três anos. Após esta fase a área é abandonada e uma nova área é derrubada para reiniciar mais um ciclo de plantio.

¹² Quando nada acontece para que as necessidades básicas dos indivíduos sejam atendidas.

culturas que atendam as necessidades alimentares dos produtores. Esta combinação de espécies visa garantir a segurança alimentar nas propriedades rurais.

Um dos fatores importantes para selecionar modelos agroflorestais viáveis financeiramente é conhecer, previamente à implantação, os custos de cada fase, a demanda de mão-de-obra e a rentabilidade do SAF, permitindo comparar estes indicadores com os de outros sistemas de produção.

Apresentar os resultados da análise financeira de SAFs locais aos produtores de maneira que estes percebam sua viabilidade e potencialidade, assim como aos representantes das instituições bancárias e gestores públicos facilitará a adotabilidade e a abertura de linhas de crédito e programas de desenvolvimento específicos, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida dos produtores de baixa renda do estado de Roraima.

2.4 HIPÓTESES

- As culturas anuais são importantes para gerar receitas e contribuem para diminuir os custos de implantação dos sistemas agroflorestais.
- Os sistemas agroflorestais são altamente dependentes da mão-de-obra do produtor rural.
- Os modelos agroflorestais, quando bem planejados, são sistemas de produção geradores de receitas em todos os anos de cultivo na propriedade rural.
- Os sistemas agroflorestais são viáveis economicamente.

2.5 OBJETIVOS

2.5.1 Objetivo Geral

- Avaliar a viabilidade econômica de sistemas agroflorestais, nas diferentes fases de implantação e manutenção, desenhados para produtores rurais de base familiar do estado de Roraima.

2.5.2 Objetivos Específicos

- Determinar e analisar o fluxo de caixa de dois modelos agroflorestais para serem utilizados por agricultores de base familiar.
- Definir modelos e práticas agroflorestais eficientes para produtores de baixa renda.
- Avaliar a demanda de mão-de-obra nas atividades de implantação, produção e manutenção dos modelos agroflorestais.

2.6 REVISÃO DE LITERATURA

2.6.1 Características Econômicas do Estado de Roraima

O estado de Roraima possui uma área de 224.298,98 km², distribuída entre 15 municípios, totalizando 391.317 habitantes com uma densidade demográfica de 1,74, no ano de 2005.

A maior parte da população (62%) está concentrada na capital Boa Vista, centro dinâmico do Estado, que oferta uma maior quantidade de serviços públicos e privados à população.

Roraima é um dos estados mais isolados do restante do país, fazendo comunicação rodoviária apenas com Manaus. A BR-210 (Perimetral norte) seria uma alternativa, que ligaria o estado também ao Pará, Amapá e à cidade amazonense de São Gabriel da Cachoeira, no Amazonas, contudo o projeto fora realizado apenas parcialmente, sendo abandonado posteriormente (WIKIPEDIA, 2008).

A rede de estradas é predominantemente federal, com poucas estradas estaduais e municipais asfaltadas e com boas condições de uso. Entre as federais, destaca-se a rodovia BR-174, que, saindo de Manaus passa por Boa Vista, e permite o acesso às principais cidades da Venezuela. Em todo o seu percurso esta rodovia encontra-se asfaltada e sinalizada, embora alguns de seus trechos apresentem más condições de uso, principalmente no período das chuvas (inverno).

A economia do estado concentra-se na agricultura, na pecuária e no extrativismo (madeira, ouro, diamantes e cassiterita).

O PIB¹³ de Roraima ocupa o último lugar na classificação nacional, com o valor de R\$ 1.677 milhões, em 2003, o que representa uma participação de 0,11 % no PIB do Brasil e 2,2 % no total da Região Norte. No ano de 2003, o crescimento do PIB foi de 2,8% decorrente do desempenho da agropecuária, com destaque para a cultura do arroz, soja e extração da madeira. Esse resultado pode ser parcialmente explicado pelo fato de que 70% de sua área foi demarcada como território indígena

¹³ PIB= Produto Interno Bruto

ou ficaram localizados em áreas de preservação ambiental. Apesar disso, entre 1991 e 2000, apresentou o maior crescimento de todo o país (SEPLAN, 2006).

A economia de Roraima está composta por quinze atividades, sendo as principais: a) Administração Pública: atividade econômica que detém a maior participação no PIB do Estado, de 56,1 %, em 2003; b) Comércio: segunda atividade econômica no Estado, representando 9,7 %, em 2003; c) Construção Civil: seu crescimento se deve a construção de obras de infra-estrutura, prédios públicos, estradas e pontes, após a instalação do Estado; d) Agropecuária: as principais atividades são a bovinocultura e a rizicultura (SEPLAN, 2006).

A madeira até 2001 era o principal produto exportado pelo estado de Roraima, mas, a partir de 2002, o couro passou ter uma presença expressiva nas exportações, obtendo uma participação média de 25 % do seu total.

Os principais produtos importados por Roraima são adubos e fertilizantes, vidros, uréia e cimento. De 2000 a 2005, as exportações superaram em 92 % as importações, gerando um superávit de US\$ 14,6 milhões no período.

Os municípios do estado de Roraima que possuem o maior IDH¹⁴ são Boa Vista (0,779), São João da Baliza (0,729), Mucajai (0,726), Pacaraima (0,718) e Iracema (0,713), situados na categoria de médio desenvolvimento humano. Boa Vista, por ser o centro administrativo e financeiro do estado, ocupa a maior faixa de desenvolvimento humano (SEPLAN, 2006).

O índice de Gini¹⁵, para o ano 2000, apresentou a seguinte distribuição nos municípios: 5 municípios (33,3 %) estavam entre 0,550 e 0,600; 4 municípios (26,7%) situavam-se entre 0,600 e 0,650; 2 municípios (13,3 %) tinham um valor entre 0,650 e 0,700; 2 municípios (13,3 %) estavam entre 0,700 e 0,750 e 2 municípios (13,3 %) entre 0,750 e 0,800 (SEPLAN, 2006).

¹⁴ IDH: mede o nível de desenvolvimento humano dos países, a partir de indicadores de educação (alfabetização e taxa de matrícula), longevidade (expectativa de vida ao nascer) e renda (PIB per capita). Os seus valores variam de 0 (nenhum desenvolvimento humano) a 1 (desenvolvimento total) (MENDES, 2004).

¹⁵ Índice de Gini: permite avaliar a distribuição de renda em um país, região ou estado. Mede o grau de desigualdade na distribuição de indivíduos, segundo a renda domiciliar per capita. Seu valor varia de 0 quando não há desigualdade, a 1 quando a desigualdade é máxima (MENDES, 2004).

2.6.2 Importância da Análise Financeira

A Análise Financeira (AF) examina os custos e benefícios em função dos preços de mercado e determina suas relações com os diferentes indicadores, permitindo refletir a possível viabilidade de um empreendimento ou projeto (SANTOS, MARION e SEGATTI, 2002; MENDES, 2004). Desta forma, ao realizar a AF, o investidor é informado sobre quando e quanto deve investir ou receber de um projeto sob a forma de ingressos, podendo mensurar quando serão realizadas as atividades produtivas e o fluxo real de custos e ingressos durante o período da análise e o balanço final do investimento.

2.6.3 Critérios para a Elaboração da Análise Financeira

Os principais critérios para a elaboração da análise financeira são:

- i) Estabelecer critérios de decisão de acordo com as possibilidades do produtor e a realidade local. Ao avaliar a AF, o produtor identifica os diferentes custos das atividades assim como o tempo de retorno do investimento, permitindo, caso necessário, alterar (incluir ou excluir) espécies, formas de preparo de área, tipos de insumos ou equipamentos que seriam usados (BAQUERO, 1986).
- ii) Definir a rentabilidade financeira do projeto, já que ao comparar os resultados da AF com outros investimentos o produtor tem opções para escolher qual a atividade mais rentável (CASTILLO, 2000).
- iii) Avaliar as opções de manejo do projeto, sendo possível planejar a contratação de mão-de-obra, indicando a época do ano e o número de trabalhadores necessários para realizar as práticas de manejo das culturas como: preparo de solo, desbastes, podas e coroamentos (SANTOS, MARION e SEGATTI, 2002).
- iv) Definir as políticas de incentivos, considerando-se que a AF apresenta dados às instituições financiadoras para abertura de linhas de crédito para implantar sistemas agroflorestais (NAIR, 1993).

2.6.4 Avaliação da Viabilidade de Projetos Agroflorestais

O proponente deve estar ciente de que a elaboração de um projeto é o estágio inicial da execução de uma dada atividade de interesse e que esta atividade sempre deve ter um objetivo definido, ou pelo menos estimado. Deste modo, algumas questões devem ser respondidas, desde o momento da confecção do projeto, com a finalidade de que o proponente não se desvie de seus objetivos (BAQUERO, 1986; NAIR, 1993; KRISHNAMURTH e ÁVILA, 1999).

A seguir são apresentados questionamentos básicos que devem ser considerados na elaboração de um projeto agroflorestal:

- ✓ O que será produzido? Respostas vagas como árvores frutíferas ou espécies madeiráveis não são desejáveis, já que o espectro de espécies é amplo e algumas destas podem não ser adaptadas ou adaptáveis à região-alvo do projeto. Informações preliminares, baseadas em experiências relatadas na literatura ou obtidas de maneira participativa são fundamentais para a redução ou eliminação de erros primários na confecção e execução de um projeto.
- ✓ Qual a finalidade? Esta pergunta deve ter uma resposta clara, já que sem uma finalidade específica é muito difícil traçar metas e fornecer indicadores de viabilidade e aferidores de cumprimento destas metas. Respostas como: aumento de renda, geração de emprego, etc. são melhores quando precedidas de valores, como aumentar a renda em torno de 45%, gerar 40 empregos diretos e 120 indiretos, por exemplo.
- ✓ Quanto será produzido? A magnitude e escala da geração de produtos e os impactos da atividade deve ser sempre considerada, seja esta uma única unidade de produção ou uma microrregião. Estas definições servem como aferidoras para os órgãos de fomento e para a inspeção do cumprimento de metas.
- ✓ Qual o destino do produto? A inclusão do componente de mercado, algumas vezes desconsiderada, é de importância reconhecida, refletindo a própria segurança e subsequência do empreendimento. Estudos de mercado disponíveis são fontes de informações valiosas e devem ser tomados como norteadoras aos projetos a serem praticados (MENDES, 1998).

Além destas “perguntas”, outros aspectos, relacionados a execução e avaliação dos projetos, devem ser especificados de maneira a permitir uma criteriosa análise financeira (LEONE, 1981; BAQUERO, 1986):

i) **Período de análise:** todo projeto deve estabelecer seu ciclo de planejamento. Normalmente os projetos agropecuários são mensurados em anos, mas há casos onde o acompanhamento é realizado semestral ou trimestralmente.

ii) **Dimensão da área de estudo, unidade de inversão e a taxa de juros:** geralmente a área do projeto está dimensionada em hectare (ha). Entretanto há a possibilidade de utilizar metro quadrado, alqueire ou acre, devendo-se em qualquer situação definir com precisão o tamanho total ou parcial da área que será considerada. A taxa de juros ou de desconto é, na realidade, o valor do uso do dinheiro ou da moeda. Com isso, torna-se necessário definir a taxa de juros para aferir o ganho ou perda com o uso de recursos financeiros durante determinado período de tempo, ou o que se paga pela obtenção de recursos de terceiros (empréstimos) durante determinado período.

iii) **Fluxo de custos e ingressos:** esta é a etapa que requer mais tempo e labor para sua realização, onde será necessário elaborar as planilhas de custos e ingressos de todas as atividades inerentes ao projeto. Os valores referentes aos cálculos de rendimento da mão-de-obra em cada atividade são mensurados em diárias, ou seja, em quantas horas ou dias um operário rural será capaz de realizar uma determinada atividade. Os ingressos do projeto são medidos através do cálculo da produtividade de cada componente (espécie vegetal ou animal) presente no sistema (BAQUERO, 1986).

A seguir são apresentados e descritos alguns dos componentes mais comumente encontrados na análise financeira de projetos agroflorestais:

Custos de mão-de-obra: de todos os custos usados nas atividades agrícolas nos países em desenvolvimento, a mão-de-obra é a mais importante, principalmente em pequenas propriedades onde a terra e o capital são limitados. Na análise financeira, a mão-de-obra familiar representa um custo de oportunidade, que varia de acordo com a época do ano (alta ou baixa temporada), tipo de trabalho (especializado ou não), e sexo (MACDICKEN e VERGARA, 1990).

Os custos de mão-de-obra geralmente são avaliados em atividades de amostragem de solo, limpeza da área, roçagem manual, aração, gradagem, aplicação de corretivos e agroquímicos, marcação da área, marcação das linhas de plantio, plantio, replantio, capina, colheita, adubação, preparo de mudas, transporte das mudas, podas, desbastes, desfolha, retirada do coração das bananeiras, controle de pragas, assim como as demais atividades de manejo do solo e das culturas presentes no sistema de produção.

Custos de insumos: fertilizantes (calcário, NPK, super fosfato simples, FTE BR 12, uréia), adubos (esterco de gado, esterco de galinha, compostos orgânicos), sementes, maniva-semente, agroquímicos (herbicida, óleo mineral, inseticida), sacos ou recipientes para mudas, ferramentas (pás, enxadas, foices, facões, cavadores, tesouras, podões), combustíveis.

Ingressos: grãos, frutos, madeira/lenha, plantas medicinais. É importante mensurar o ingresso de nutrientes ao solo provenientes da queda das folhas e ramos das árvores presentes no sistema, assim como o armazenamento de carbono e serviços ambientais (manutenção da qualidade da água de rios e igarapés, diminuição dos riscos de erosão, recomposição vegetal na propriedade, diminuição da pressão do desmatamento nas áreas da reserva legal).

2.6.5 Indicadores Financeiros

Durante o processo de planejamento e elaboração da análise financeira, os indicadores financeiros do projeto permitem comparar os resultados obtidos com outros projetos avaliados e demais investimentos existentes no mercado financeiro. Desta forma, é possível verificar a rentabilidade e, conseqüentemente, a viabilidade do projeto.

Os indicadores financeiros mais utilizados em análises financeiras são os seguintes:

- **Valor Presente Líquido (VPL):** apresenta os valores líquidos no instante considerado inicial, a partir de um fluxo de caixa formado por uma série de receitas e custos (HIRSCHFELD, 1998).

- **Relação Benefício Custo (B/C):** divide os benefícios atualizados pelos custos atualizados indicando quanto os benefícios superam ou não os custos totais.
- **Taxa Interna de Retorno (TIR):** é a taxa de desconto que iguala o valor presente dos ingressos ao valor presente dos custos, ou seja, iguala o VPL a zero. Também pode ser entendida como a taxa percentual do retorno do capital investido. A TIR é uma demonstração da rentabilidade do projeto (BUARQUE, 1984).
- **Tempo de Retorno do Investimento (TRI):** consiste em determinar quanto tempo de funcionamento será necessário para que o projeto permita aos investidores o retorno do capital investido. O TRI equivale ao inverso da rentabilidade simples (HIRSCHFELD, 1998):
- **Valor Atual dos Custos (VAC):** consiste em determinar o valor atualizado dos custos, de acordo com a taxa de juros utilizada, durante um determinado período de avaliação.
- **Valor Atual das Receitas (VAR):** consiste em determinar o valor atualizado das receitas, de acordo com a taxa de juros utilizada, durante um determinado período de avaliação.

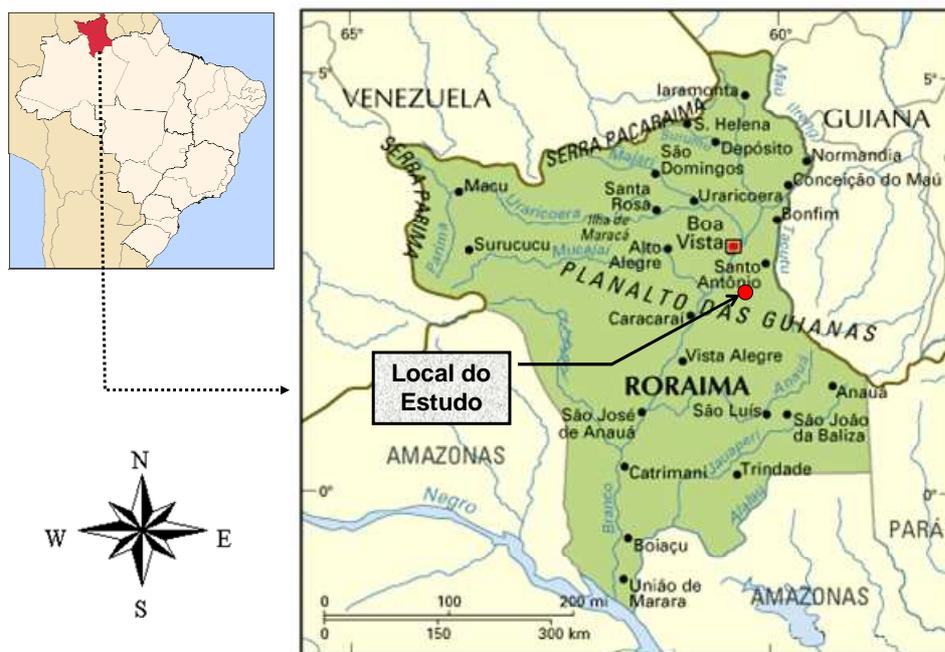
2.7 MATERIAL E MÉTODOS

2.7.1 Localização e Descrição da Área de Estudo

Os trabalhos de pesquisa foram realizados no campo experimental Confiança, situado entre as coordenadas 60° 39' 54" W e 02° 15' 00" N, pertencente à Embrapa Roraima, a 90 km de Boa Vista, localizado no município do Cantá, Roraima (FIGURA 1). Esta área apresenta vegetação de floresta e clima Ami (Köppen); caracterizado como tropical chuvoso com nítida estação seca, temperatura média anual variando entre 26 a 29 °C e amplitude térmica inferior a 5°C entre as médias do mês mais quente e do mês mais frio.

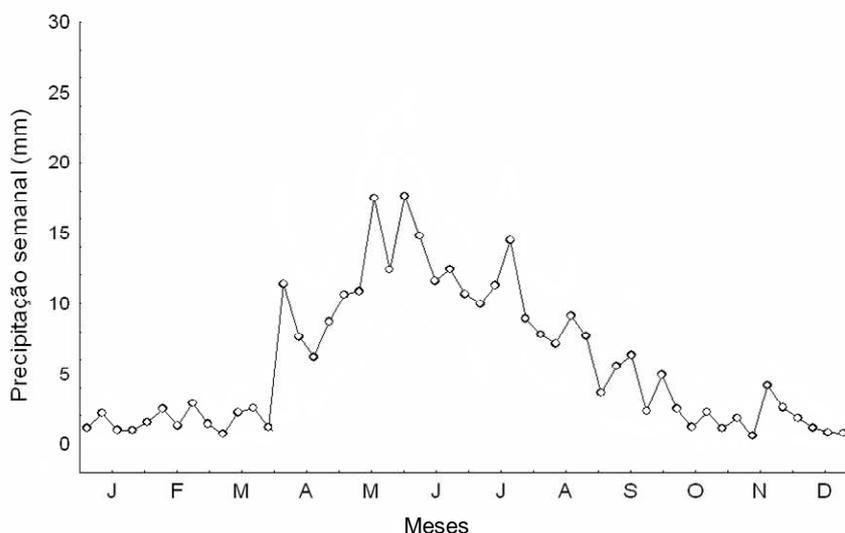
A precipitação pluvial apresenta valores entre 1.795 e 2.385 mm ano⁻¹ (FIGURA 2). Os meses mais chuvosos são maio, junho e julho, representando mais de 55% do total de precipitação, sendo que maio é o mês de maior precipitação com 292-552 mm mês⁻¹ (MOURÃO JUNIOR *et al.*, 2003).

FIGURA 1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO



Fonte: adaptado de WIKIPEDIA (2008).

FIGURA 2: VALORES MÉDIOS E INTERVALO DE CONFIANÇA DE 95% PARA OS VALORES DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA SEMANAL, NO CAMPO EXPERIMENTAL CONFIANÇA.



Fonte: adaptado de Mourão Junior *et al.* (2003).

O solo é classificado como tipo argissolo, constituído por material mineral que tem como características argila de atividade baixa e horizonte B textural (Embrapa, 1999). Pode-se observar, na TABELA 1, as características químicas do no início do estudo, em 1995.

TABELA 1. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO NO INÍCIO DA IMPLANTAÇÃO DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS.

Parâmetros	Valores
pH	4,5
Matéria orgânica (g dm ⁻³)	29,91
Fósforo (mg dm ⁻³)	2,56
Potássio (mg dm ⁻³)	40,25
Cálcio (cmolc dm ⁻³)	0,53
Magnésio (cmolc dm ⁻³)	0,15

Fonte: o autor.

2.7.2 Descrição dos Modelos Agroflorestais

A implantação dos sistemas agroflorestais iniciou em 1995, com o preparo da área consistindo de derrubada de uma capoeira de quatro anos, sem o uso de queimada da vegetação. Os dois modelos agroflorestais estudados, chamados de M₁ e M₂, têm na sua composição as mesmas espécies de maior ciclo biológico, ou seja:

- Bananeira (*Musa* sp. cv. Missouri);
- Ingá-de-metro (*Inga edulis*);
- Gliricídia (*Gliricidia sepium*);
- Cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*);
- Pupunheira (*Bactris gasipaes*);
- Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*);
- Cupiúba (*Goupia glabra*).

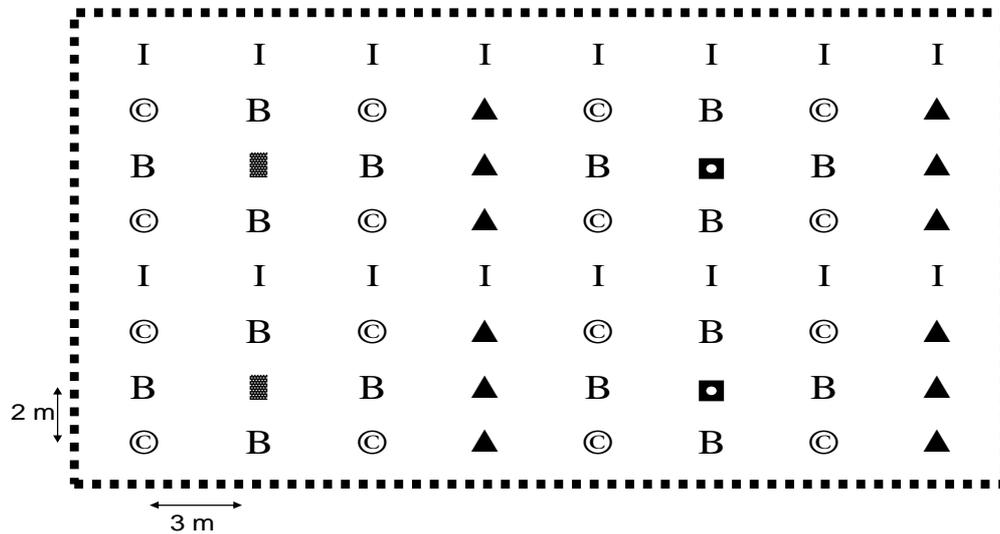
Com relação às culturas anuais, no modelo M₁ foram cultivadas arroz e mandioca; e no modelo M₂ milho, soja e mandioca.

Os modelos agrossilviculturais são compostos por espécies intercaladas com distribuição regular por unidade de área. O espaçamento adotado em ambos os sistemas foi de 3 m x 2m, onde cada parcela de 48m x 48m ocupou uma área de 2.304 m². O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com três repetições.

A diferença entre os modelos M₁ e M₂ está no preparo e correção do solo. No sistema M₂ a área foi gradeada e o solo teve sua acidez corrigida, recebendo calagem na proporção de 2 ton ha⁻¹ (PRNT 100 %), e foi fertilizado com a aplicação de 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg ha⁻¹ de micronutrientes FTE BR12 no primeiro ano da implantação do estudo. O modelo M₁ não foi gradeado e calado, sem a correção da acidez e da fertilidade do solo.

As FIGURAS 3a e 3b não representam uma parcela completa, mas sim um módulo que pode ser replicado até alcançar a área desejada. Pode-se observar a composição e a distribuição das espécies dos SAFs M₁ e M₂, de sua fase de implantação até o sétimo ano (FOTOGRAFIA 1), e a partir do oitavo ano (FOTOGRAFIA 2).

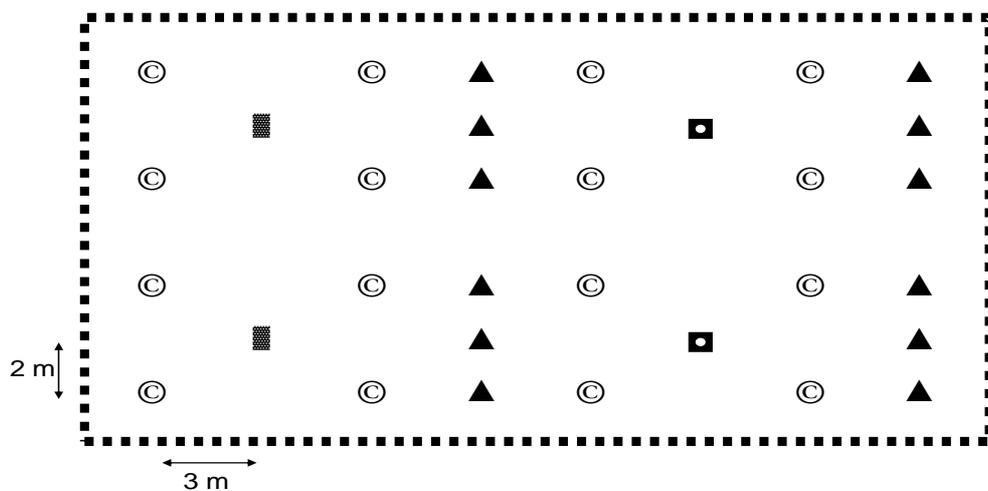
FIGURA 3a. COMPOSIÇÃO DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA FASE INICIAL ATÉ O SÉTIMO ANO.



Legenda: ■ castanha-do-Brasil; ■ cupiúba; © cupuaçuzeiro; ▲ pupunheira; B bananeira; I ingazeiro; ■■ cerca viva de *Gliricidia sepium*.

Fonte: o autor.

FIGURA 3b. COMPOSIÇÃO DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS DO OITAVO AO VIGÉSIMO ANO.



Legenda: ■ castanha-do-Brasil; ■ cupiúba; © cupuaçuzeiro; ▲ pupunheira; ■■ cerca viva de *Gliricidia sepium*.

Fonte: o autor.

FOTOGRAFIA 1: VISTA PARCIAL DA ÁREA EXPERIMENTAL NO SEGUNDO ANO DE IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA AGROFLORESTAL, EM 1996.



Fonte: o autor.

FOTOGRAFIA 2: VISTA PARCIAL DO SISTEMA AGROFLORESTAL AOS 8 ANOS DE IDADE.



Obs: Técnico agrícola Gilmar Lucas.

Fonte: o autor.

A principal diferença entre os dois módulos é a ausência do ingazeiro, a partir do oitavo ano, e que foi implantado para adubação verde (TABELA 2), e da bananeira, que permaneceu nos sistemas até o sexto ano (TABELA 3). Tanto no M₁ como no M₂ houve o estabelecimento de cerca viva formada por *Gliricidia sepium*.

As culturas anuais (arroz, milho, soja e mandioca) foram semeadas para segurança alimentar dos agricultores (autoconsumo). No início dos estudos, em 1995, pensava-se comercializar tanto os frutos como o palmito das pupunheiras. Entretanto, a produção do palmito não foi possível devido a ação de animais, principalmente macacos-prego (*Cebus apella*) e cutias (*Dasyprocta aguti*), que usam as plantas tanto para suporte de passagem, quebrando-as muitas vezes, como para sua alimentação. A ação da fauna local também prejudicou a produção dos cupuaçuzeiros, mas com menor intensidade.

TABELA 2. FUNÇÃO E DENSIDADE DAS ESPÉCIES COMPONENTES DOS MODELOS AGROFLORESTAIS

Espécies		Densidade (Nº de plantas ha ⁻¹)	Função no sistema
Nome Vulgar	Nome Científico		
Arroz ¹	<i>Oriza sativa</i>	40.000	Segurança alimentar
Milho ²	<i>Zea maiz</i>	16.666	Segurança alimentar
Soja ²	<i>Glycine max</i>	40.000	Segurança alimentar
Mandioca	<i>Manihot esculenta</i>	10.000	Segurança alimentar
Bananeira	<i>Musa sp.</i>	416	Comercialização
Ingá de metro	<i>Inga edulis</i>	360	Adubação verde
Gliricídia ³	<i>Gliricidia sepium</i>	200	Adubação verde
Cupuaçuzeiro	<i>Theobroma grandiflorum</i>	416	Comercialização de frutos
Pupunheira	<i>Bactris gasipaes</i>	338	Comercialização de palmito e frutos
Cupiúba	<i>Goupia glabra</i>	52	Comercialização da madeira
Castanheira	<i>Bertholletia excelsa</i>	52	Comercialização da madeira e frutos

Obs: 1: espécie plantada somente no modelo 1;

2: espécies plantadas somente no modelo 2;

3: espécie plantada como cerca viva, em linha.

Fonte: o autor.

As duas espécies plantadas para aumentar a fertilidade do solo e a ciclagem de nutrientes dos SAFs, *Inga edulis* e *Gliricidia sepium*, foram podadas anualmente e a biomassa foi distribuída nas linhas de plantio favorecendo as demais espécies do sistema. Os principais benefícios foram manter a umidade do solo por um maior período, diminuir o aparecimento das plantas espontâneas e melhorar a fertilidade do solo. A função e a densidade de cada espécie dos modelos agroflorestais são apresentados na TABELA 2.

O tempo de permanência dos componentes nos SAFs pode ser observada na TABELA 3. Pode-se verificar dois grupos distintos: i) aquelas espécies que permaneceram nos SAFs por um período de um a sete anos, como arroz, milho, soja, mandioca, bananeira e ingazeiro; e ii) componentes que estiveram presentes nos SAFs por praticamente todo o período do estudo, como gliricídia, cupuaçuzeiro, pupunheira, castanheira e cupiúba.

TABELA 3: PERMANÊNCIA DOS COMPONENTES NOS SAFs AO LONGO DO TEMPO.

COMPONENTES DOS SISTEMAS	ANOS																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Arroz ¹	•	•																		
Milho ²	•																			
Soja ²		•																		
Mandioca			•																	
Bananeira		•	•	•	•	•														
Ingazeiro	•	•	•	•	•	•	•													
Gliricídia ³	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Cupuaçuzeiro	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Pupunheira		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Cupiúba		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Castanheira		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Obs: 1: espécie plantada somente no modelo 1;

2: espécies plantadas somente no modelo 2;

3: espécie plantada como cerca viva.

Fonte: o autor.

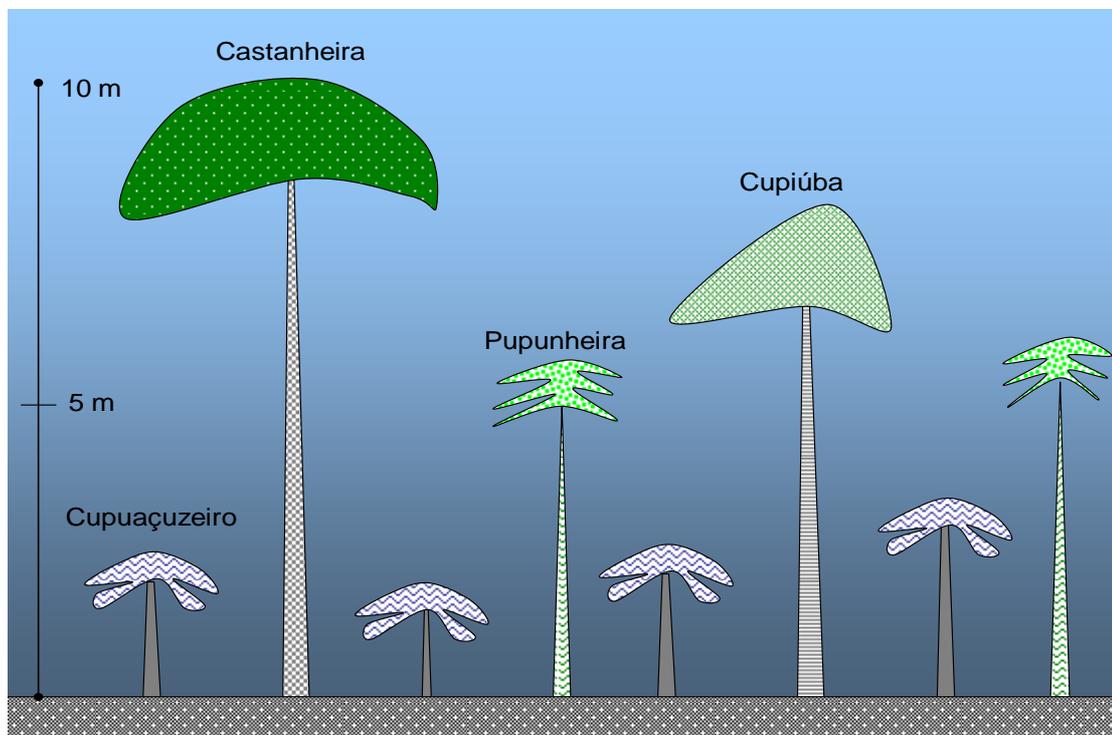
O perfil dos SAFs após o sétimo ano, com a retirada das culturas iniciais, é apresentada na FIGURA 4.

Ressalta-se que os modelos M_1 e M_2 apresentam diferenças de composição em relação às espécies anuais. No modelo M_1 , o arroz foi cultivado no primeiro e segundo anos (FOTOGRAFIA 1) e a mandioca somente no terceiro ano. No modelo M_2 o arroz não foi semeado, aproveitando-se o solo melhor fertilizado para o cultivo do milho no primeiro ano, da soja no segundo e da mandioca no terceiro ano de estabelecimento do sistema.

Os cultivos anuais ou "lavoura branca" foram implantados em sistema de plantio direto, sem gradagem, com fertilização localizada em cada cova. No modelo M_2 , onde o solo foi gradeado e melhor fertilizado, houve a rotação de culturas na qual o milho foi cultivado no primeiro ano, a soja no segundo e a mandioca no terceiro ano (TABELA 3).

O experimento utilizou delineamento de blocos casualizados com três repetições. Cada parcela ocupou uma área de 2.304 m² (48 m x 48 m).

FIGURA 4. PERFIL DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS M_1 E M_2 AOS DOZE ANOS DE IDADE.



Fonte: o autor.

2.7.3 Definição de Critérios para Realizar a Análise Financeira

O custo da mão-de-obra foi calculado considerando uma remuneração diária de R\$ 12,00, representando o valor médio praticado na região para atividades rurais básicas como semeadura, capina, roçagem, entre outras, no estado de Roraima. Este valor é semelhante ao custo de mão-de-obra de R\$ 10,00 pago em Nova Califórnia, Rondônia (SÁ *et al.*, 2000) e em Tomé Açu, Pará (MENDES, 2003).

Em outras regiões do Brasil o valor de uma diária pode variar bastante. Como exemplo, SANTOS e PAIVA (2002) citam que o valor da diária em Teodoro Sampaio, na região do Pontal do Paranapanema, São Paulo, foi de R\$ 7,00. Esta diferença de R\$ 5,00 é tão importante que representa uma diminuição de 42% em todos os pagamentos de mão-de-obra do projeto. Portanto, escolher adequadamente o valor da diária, em conformidade com a realidade regional, é fundamental para assegurar a confiabilidade dos resultados de uma análise financeira.

Em relação às receitas, tomando como base os preços médios praticados no mercado local, foram considerados os seguintes valores para a venda dos produtos agroflorestais:

- R\$ 0,30 kg⁻¹ do arroz;
- R\$ 0,30 kg⁻¹ do milho;
- R\$ 0,40 kg⁻¹ da soja;
- R\$ 0,15 kg⁻¹ da mandioca;
- R\$ 0,50 kg⁻¹ da banana,
- R\$ 1,70 kg⁻¹ do fruto de cupuaçu in natura,
- R\$ 2,50 cada cacho de pupunha,
- R\$ 0,50 kg⁻¹ do fruto da castanha-do-Brasil,
- R\$ 25,00 m³⁻¹ da madeira da castanha-do-Brasil,
- R\$ 15,00 m³⁻¹ da madeira de cupiúba.

A taxa de juros utilizada no estudo foi de 8 % a.a., estabelecida por representar, segundo informações obtidas junto ao Banco da Amazônia (BASA), o

encargo financeiro predominante das linhas de crédito oferecidas aos agricultores de baixa renda da Amazônia (BASA, 1999), inclusive aos de Roraima.

A análise financeira dos modelos agroflorestais foi realizada com o uso dos seguintes indicadores financeiros:

- o Valor Presente Líquido (VPL): apresenta os valores líquidos no instante considerado inicial a partir de um fluxo de caixa formado por uma série de receitas e custos (HIRSCHFELD, 1998).

$$VPL = \sum (B_i - C_i) / (1+i)^n \quad \text{onde:}$$

B_i = valor atual dos ingressos/receitas;

C_i = valor atual dos custos;

i = taxa de juros;

n = período em que os ingressos ou os custos ocorreram.

O projeto que apresenta o VPL maior que zero (positivo) é economicamente viável, sendo considerado o melhor aquele que apresentar maior VPL.

- o Relação Benefício Custo (B/C): divide os benefícios atualizados pelos custos atualizados indicando quanto os benefícios superam ou não os custos totais (SILVA *et al.*, 2002).

$$B/C = \sum B_n (1+i)^{-n} / (\sum C_n (1+i)^{-n}) \quad \text{onde:}$$

B_i = valor atual dos ingressos/receitas;

C_i = valor atual dos custos;

i = taxa de juros;

n = período em que os ingressos ou os custos ocorreram.

Um projeto que apresenta uma $B/C < 1$ não é viável economicamente, sendo melhor o projeto que apresentar a maior B/C. Este indicador não considera o tamanho do projeto; é muito aplicado pelo governo em projetos públicos, em que se consideram custos e benefícios sociais (SILVA *et al.*, 2002).

- o Taxa Interna de Retorno (TIR): é a taxa de desconto que iguala o valor presente dos ingressos ao valor presente dos custos, ou seja, iguala o VPL a

zero. Também pode ser entendida como a taxa percentual do retorno do capital investido. A TIR é uma demonstração da rentabilidade do projeto (BUARQUE, 1984).

$$\sum (B_i - C_i) / (1+i)^n = 0 \quad \text{onde:}$$

B_i = valor atual dos ingressos/receitas;

C_i = valor atual dos custos;

i = taxa de juros;

n = período em que os ingressos ou os custos ocorreram.

- Tempo de Retorno do Investimento (TRI): consiste em determinar em quanto tempo de funcionamento será necessário para que o projeto permita aos investidores o retorno do capital investido. O TRI equivale ao inverso da rentabilidade simples (HIRSCHFELD, 1998):

$$\text{TRI} = 1/R \quad \text{onde:}$$

TRI = tempo de retorno do investimento;

R = rentabilidade do investimento.

- Valor Atual dos Custos (VAC): consiste em determinar o valor atualizado dos custos de acordo com a taxa de juros utilizada durante um determinado período de avaliação.

$$\text{VAC} = \sum C_i / (1+i)^n \quad \text{onde:}$$

C_i = valor atual dos custos;

i = taxa de juros;

n = período em que os ingressos ou os custos ocorreram.

- Valor Atual das Receitas (VAR): consiste em determinar o valor atualizado das receitas de acordo com a taxa de juros utilizada durante um determinado período de avaliação.

$$\text{VAR} = \sum B_i / (1+i)^n \quad \text{onde:}$$

B_i = valor atual das receitas;

i = taxa de juros;

n = período em que os ingressos ou os custos ocorreram.

2.7.4 Centro de Custos e Receitas – Fluxo de Caixa

A metodologia utilizada para a realização da análise financeira considerou as atividades de mão-de-obra e os insumos requeridos nas diversas fases de implantação e manutenção do sistema.

Para preparar o fluxo de custos de mão-de-obra foram medidos os rendimentos das atividades de amostragem de solo, limpeza da área, roçagem manual, aração, gradagem, aplicação de corretivos e agroquímicos, marcação da área, marcação das linhas de plantio, plantio, replantio, capina, colheita, adubação, preparo de mudas, transporte das mudas, poda, desbaste, desfolha e retirada do coração das bananeiras.

Os custos de insumos se referem a compra de sementes, manivas (estacas de mandioca), mudas, fertilizantes e defensivos, combustível e ferramentas agrícolas.

Utilizaram-se dados reais, obtidos através de rendimentos medidos diretamente no sistema durante os primeiros sete anos de implantação (análise ex-post). A partir do oitavo ano e até o vigésimo, as informações referentes à produtividade das espécies frutíferas perenes e madeiráveis foram estimadas (análise ex-ante), tendo como pressupostos básicos a manutenção dos valores nominais de preços pagos e recebidos.

Demais valores referentes à prognose da produtividade e do crescimento dos componentes foram considerados tendo como base os resultados reais dos sete primeiros anos de implantação dos SAFs e de outros projetos existentes na região amazônica, avaliados em condições edafoclimáticas semelhantes às do presente estudo. Foram estimadas informações referentes ao rendimento da mão-de-obra e a produtividade de algumas culturas do 12º ao 20º ano.

A análise dos indicadores financeiros VPL, B/C, TIR, VAC e VAR foram feitos em quatro períodos, de maneira a ressaltar com maior propriedade as mudanças ocorridas nos SAFs, face a diferenciação ao tempo de permanência das espécies na área, no período de avaliação. O primeiro período (P_1) compreende os resultados do primeiro ao quinto ano; o segundo período (P_2) compreende os resultados do primeiro ao décimo ano; o terceiro período (P_3) contempla os indicadores financeiros de quinze anos; e o quarto período (P_4) abrange os resultados de todo o horizonte produtivo considerado no estudo, ou seja, 20 anos.

2.7.5 Organização da Planilha de Custos e Receitas

As informações de campo foram registradas no software Excel 2003, dando suporte para a catalogação e cálculos dos custos, ingressos e indicadores financeiros dos SAFs. Um exemplo da planilha usada para a entrada de dados pode ser observado no anexo (TABELA A2). O tamanho da planilha aumenta, nas linhas, de acordo com o número de espécies, atividades e insumos; e, nas colunas, varia com o número de períodos avaliados.

2.8 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.8.1 Custos, Receitas e Renda Líquida

2.8.1.1 Custos, receitas e renda líquida para o SAF M₁

Os resultados da avaliação dos custos, receitas e renda líquida do modelo agroflorestal M₁, durante o período de estudo de 20 anos, podem ser observados no GRÁFICO 1.

Os maiores custos do SAF M₁ ocorreram nos primeiros três anos após a implantação, fato já esperado desde o planejamento do estudo e seguiu o mesmo comportamento das pesquisas na região amazônica (GAMA, 2003; GAMA *et al.*, 2005; MENDES, 1997; MENDES, 2003; SÁ *et al.*, 2000; SANTOS, 2000; SANTOS e PAIVA, 2002; SILVA, 2000). O maior custo do período ocorreu no segundo ano, com um dispêndio de R\$ 2.100,00 ha⁻¹.

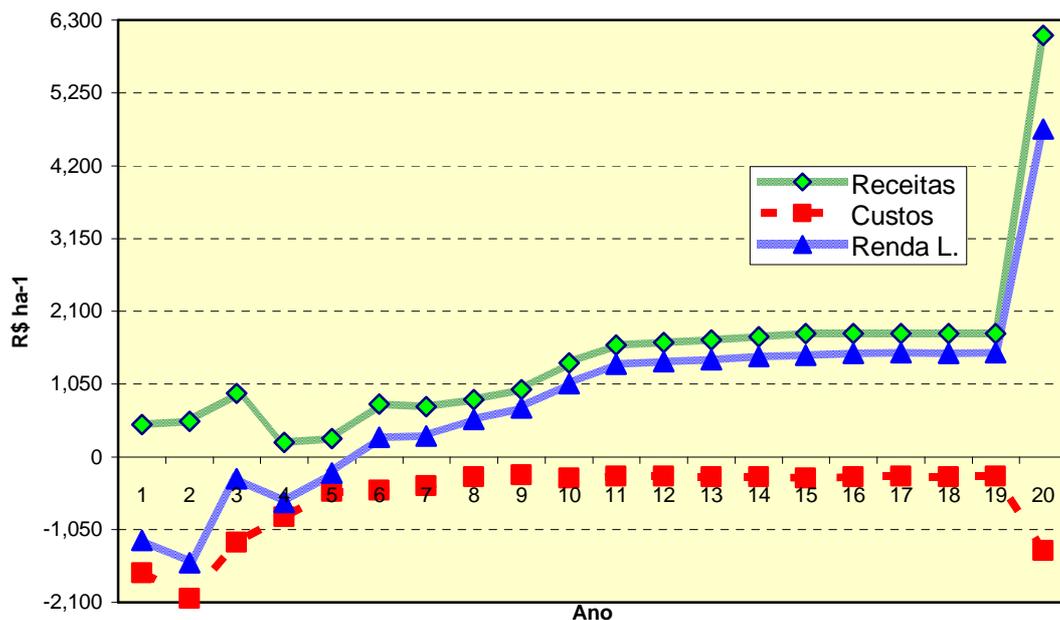
A fase de implantação é o período com os maiores custos do SAF e é importante que seja realizada nos primeiros três anos, evitando-se que esta etapa ocorra de forma concentrada em apenas um ano, o que exigiria maior disponibilidade de recursos no início dos trabalhos, e maior disponibilidade de nutrientes do solo.

A partir do quinto ano até o décimo – nono ano os custos anuais mantiveram-se praticamente estáveis com valores entre R\$ 280,00 ha⁻¹ a 480,00 ha⁻¹. Nesta fase as culturas anuais já não foram mais cultivadas e as despesas foram alocadas principalmente para a manutenção das espécies perenes. No vigésimo ano, com o corte das árvores madeiráveis, os custos atingiram o valor de R\$ 1.350,00 ha⁻¹, muito superiores aos valores encontrados nos últimos dez anos do estudo.

Analisando-se a dinâmica das receitas o SAF M₁, verificou-se a geração de receitas em todos os anos do estudo, com os valores oscilando nos primeiros seis anos e apresentando uma tendência de estabilização a partir do décimo até o décimo - nono ano. No vigésimo e último ano do estudo houve um forte aumento na geração de receitas devido ao corte das árvores madeiráveis. Apesar do SAF ser

estudado no longo prazo, está composto por espécies perenes, semi-perenes e anuais, gerando renda ao produtor rural a partir do quarto mês após o início da implantação.

GRÁFICO 1 - CUSTOS, RECEITAS E RENDA LÍQUIDA DO SAF M₁ DURANTE O PERÍODO DE 20 ANOS.



Fonte: o autor.

Nos dois primeiros anos a receita bruta anual esteve próxima de R\$ 500,00 ha⁻¹, elevando-se a R\$ 900,00 ha⁻¹ no terceiro ano com um declínio no quarto e quinto ano para aproximadamente R\$ 200,00 ha⁻¹, as menores receitas anuais de todo o período. Isto ocorreu devido ao fato das culturas anuais, como arroz e mandioca, não terem apresentado o rendimento esperado, ficando abaixo da expectativa. Durante o período de estabilização das receitas, do décimo – primeiro ao décimo – nono ano, os valores anuais estiveram próximos a R\$ 1.800,00 ha⁻¹. No vigésimo ano as receitas apresentaram um forte aumento chegando próximas a R\$ 6.000,00 ha⁻¹ devido à colheita das árvores madeiráveis, castanheira e cupiúba.

A renda líquida acompanhou as variações das receitas e custos com valores negativos até o quinto ano, ou seja, os custos foram maiores que as receitas. O pior resultado ocorreu no segundo ano com a renda líquida negativa de R\$ 1.530,00 ha⁻¹,

devido ao fraco desempenho da cultura do arroz. As espécies anuais foram cultivadas durante a implantação do SAF para amortizar os custos e gerar uma renda para o agricultor até o início da fase de produção das espécies perenes. Para se obter sucesso nesta fase as culturas anuais precisam apresentar um rendimento igual ou superior aos seus custos de implantação para evitar prejuízo ao agricultor.

A partir do sexto ano as receitas do SAF M₁ passaram a ser maiores que os custos e a renda líquida se tornou positiva até o final do estudo. A partir do décimo ano os valores anuais ultrapassaram R\$ 1.000,00 ha⁻¹, aumentando gradativamente a R\$ 1.500,00 ha⁻¹ até décimo – nono ano. A mais alta renda líquida ocorreu no vigésimo ano, cerca de R\$ 4.730,00 ha⁻¹.

GAMA *et al.* (2003), estudando três arranjos de modelos agroflorestais compostos de castanheira, feijó, cupuaçuzeiro, pupunheira, pimenteira e bananeira, em Machadinho d'Oeste, Rondônia, encontraram resultados bastante distintos entre os diferentes arranjos estudados, onde um modelo (T₁¹⁶) apresentou renda líquida positiva desde o primeiro ano de implantação e outro sistema (T₂¹⁷) iniciou esta fase com valores positivos aos cinco anos de idade.

2.8.1.2 Custos, receitas e renda líquida para o SAF M₂

Os resultados da avaliação dos custos, receitas e renda líquida do modelo agroflorestal M₂, durante o período de estudo de 20 anos, podem ser observados no GRÁFICO 2.

Os maiores custos do SAF M₂ ocorreram nos primeiros três anos após a implantação com valores decrescentes do primeiro ao quinto ano. Os custos iniciais nos três primeiros anos de implantação do SAF M₂ foram de R\$ 3.367,00 ha⁻¹, R\$ 1.902,00 ha⁻¹ e R\$ 1.194,00 ha⁻¹, respectivamente.

A partir do quinto ano houve uma tendência de estabilização até o décimo - nono ano, com valores entre R\$ 250,00 ha⁻¹ a 450,00 ha⁻¹. A estabilização das despesas ocorreu, principalmente, devido à manutenção das culturas perenes. No

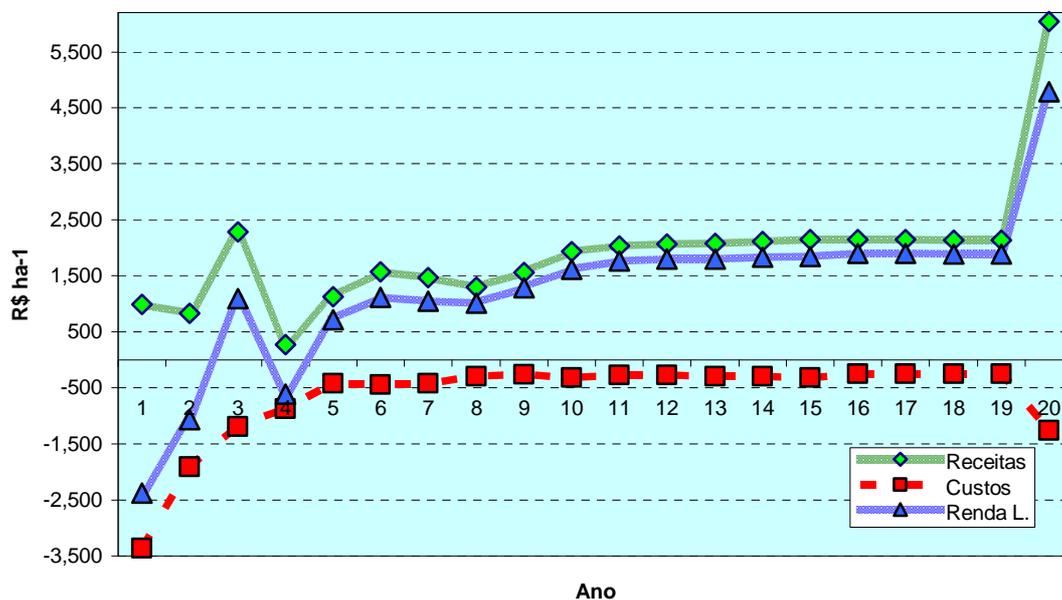
¹⁶ T₁: SAF composto por castanha-do-Brasil, bananeira, pimenta-do-reino e cupuaçuzeiro.

¹⁷ T₂: SAF composto por feijó, bananeira, pimenta-do-reino e cupuaçuzeiro.

vigésimo e último ano do trabalho, com as atividades de corte das espécies madeiras, houve o aumento dos custos, com o valor se elevando a R\$ 1.250,00 ha⁻¹, muito superior aos valores encontrados nos últimos dez anos (GRÁFICO 2).

A geração de receitas do SAF M₂ ocorreu em todos os anos do estudo, com os valores oscilando nos primeiros cinco anos e apresentando uma tendência de estabilização a partir do décimo até o décimo - nono ano; no vigésimo ano houve um expressivo aumento na geração de receitas, devido ao corte das espécies madeiráveis, castanheira e cupiúba. A geração de receitas em todos os anos do estudo só foi possível devido ao cultivo de espécies anuais e semi-perenes nos primeiros anos, período onde as culturas perenes não geraram receitas (GRÁFICO 2).

GRÁFICO 2 - CUSTOS, RECEITAS E RENDA LÍQUIDA DO SAF M₂ DURANTE O PERÍODO DE 20 ANOS.



Fonte: o autor.

No primeiro e segundo ano as receitas geradas foram de R\$ 996,00 ha⁻¹ e R\$ 837,00 ha⁻¹ respectivamente, aumentando significativamente no terceiro ano para R\$ 2.287,00 ha⁻¹. A mandioca e a bananeira foram as culturas responsáveis pelo acentuado aumento das receitas no terceiro ano do estudo. Entretanto, esta

tendência de crescimento nas receitas não foi observada no quarto ano, período que apresentou um forte decréscimo para cerca de R\$ 270,00 ha⁻¹, a menor receita de todo o período. No quarto ano o decréscimo das receitas foi causado pela diminuição da produtividade da bananeira e ausência do cultivo das espécies anuais.

Durante o período de estabilização das receitas, do décimo até o décimo - nono ano, os valores estiveram entre R\$ 2.000,00 ha⁻¹ a R\$ 2.150,00 ha⁻¹, sendo a produtividade das culturas perenes, principalmente o cupuaçuzeiro e a pupunheira, as responsáveis por essa fase de estabilidade. No vigésimo ano as receitas apresentaram um forte aumento chegando a R\$ 6.000,00 ha⁻¹, devido à colheita da castanheira e da madeira da cupiúba.

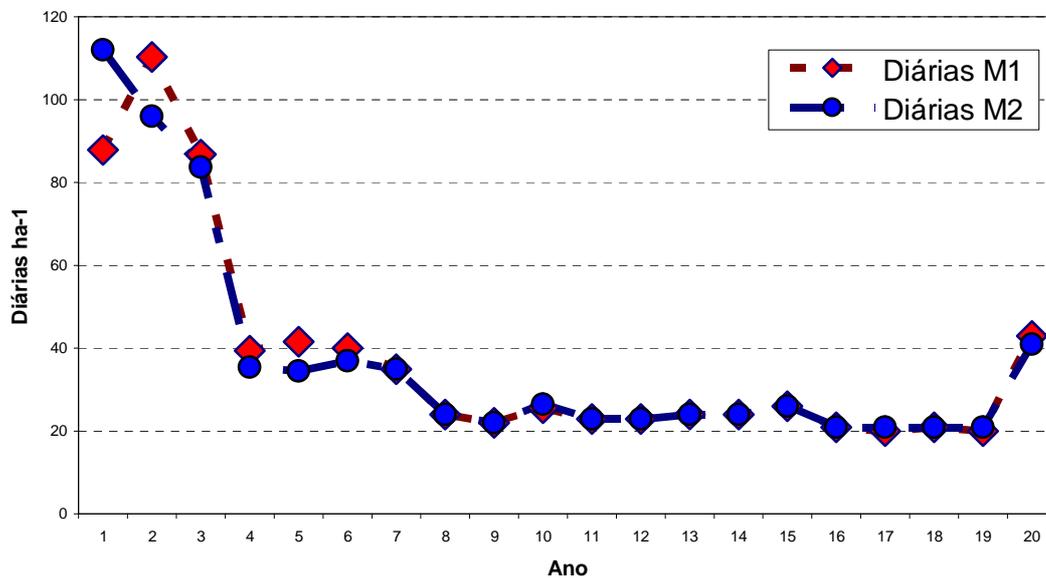
A renda líquida foi negativa em três períodos do estudo, no primeiro, segundo e quarto ano, com valores de R\$ 2.370,00 ha⁻¹, R\$ 1.065,00 ha⁻¹ e R\$ 606,00 ha⁻¹, respectivamente. No terceiro ano a renda líquida foi de R\$ 1.092,00 ha⁻¹ permanecendo positiva a partir do quinto ano até o final do estudo. Das três espécies anuais, milho, soja e mandioca, cultivadas no primeiro, segundo e terceiro ano, respectivamente, somente a mandioca apresentou produtividade suficiente para tornar positiva a renda líquida. As culturas do milho e soja não apresentaram o rendimento necessário para gerar lucro nos dois primeiros anos do SAF M₂ e para se obter sucesso nesta fase as culturas precisariam apresentar um rendimento mínimo, a fim de, pelo menos igualar as receitas aos custos, evitando prejuízo ao agricultor.

No período compreendido entre o sexto e o nono ano, fase inicial da estabilização do SAF, a renda líquida esteve próxima de R\$ 1.100,00 ha⁻¹ com um acréscimo para R\$ 1.800,00 ha⁻¹ entre o décimo-primeiro e o décimo-nono ano. A mais alta renda líquida ocorreu no vigésimo ano, fase que contemplou a renda adicional fornecida pela venda da madeira da castanheira e da cupiúba, de aproximadamente R\$ 4.800,00 ha⁻¹.

2.8.2 Uso de Mão-de-obra

A quantidade de diárias dos sistemas agroflorestais M_1 e M_2 , durante o período de 20 anos, pode ser observada no GRÁFICO 3. Nota-se uma semelhança nas curvas de demanda de diárias nos modelos M_1 e M_2 .

GRÁFICO 3 - DIÁRIAS DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS M_1 e M_2 DURANTE O PERÍODO DE 20 ANOS.



Fonte: o autor.

Destacam-se quatro fases com diferentes necessidades de diárias ao longo dos vinte anos:

- i- **Fase inicial ou de implantação:** corresponde aos 3 primeiros anos onde houve, de forma geral, a demanda entre 86 a 112 diárias ha^{-1} . As atividades de mão-de-obra para a semeadura e manutenção das culturas anuais contribuíram para o aumento das diárias nesta fase.
- ii- **Fase de consolidação:** ocorre entre o quarto e o sétimo ano. Nesse período ainda há um decréscimo da necessidade de mão-de-obra, em relação ao período anterior, com valores oscilando entre 35 diárias ha^{-1} para o sistema M_2 e 40 diárias ha^{-1} para o sistema M_1 . Após esta fase não há mais a presença das

culturas anuais devido ao sombreamento projetado pelas espécies perenes e bananeiras.

- iii- **Fase de estabilização:** corresponde ao período do oitavo ao décimo-nono ano, a qual apresentou as mais baixas demandas de mão-de-obra, com valores variando de 20 a 26 diárias ha⁻¹. A mão-de-obra foi alocada para as atividades de manutenção e colheita das espécies perenes e frutíferas (cupuaçuzeiro, pupunheira, castanheira e cupiúba).
- iv- **Fase de finalização:** refere-se ao vigésimo e último ano de avaliação, na qual houve aumento da necessidade de mão-de-obra com dispêndio correspondente a 41 diárias ha⁻¹. Neste ano a mão-de-obra foi necessária principalmente para a colheita da madeira da castanheira e cupiúba, atividade que requer maior intensidade de trabalho.

2.8.3 Custos de Mão-de-obra e Insumos

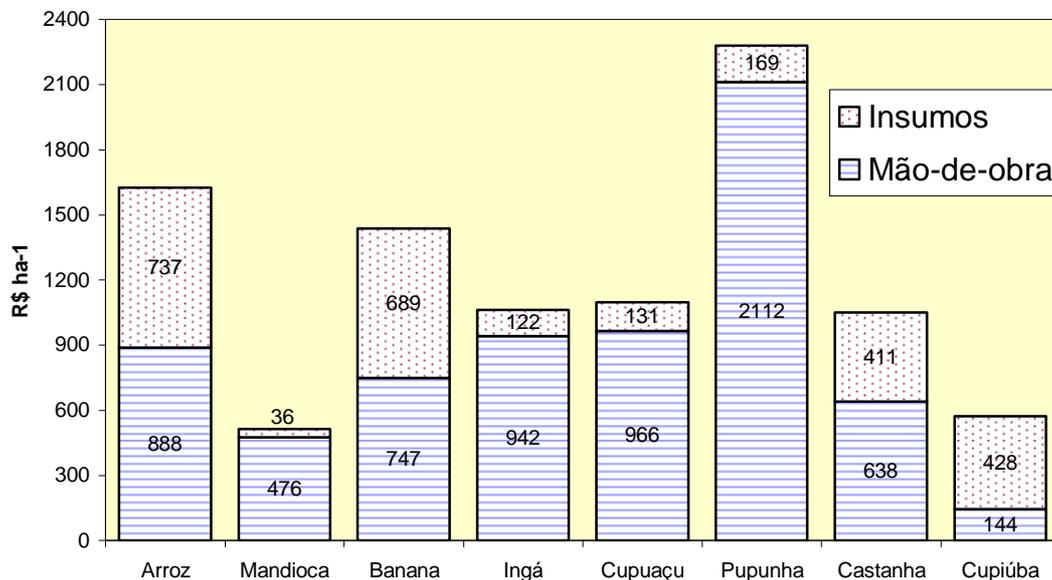
Os custos de mão-de-obra e insumos para os componentes agroflorestais dos modelos M₁ e M₂, para o período de 20 anos, assim como suas porcentagens de participação estão representados nos GRÁFICOS 4 e 5. É importante ressaltar que o tempo de permanência dos componentes nos sistemas M₁ e M₂ foi variável em função da condição de sombreamento estabelecida ao longo do tempo, fator este de influência direta na composição dos custos de mão-de-obra e de insumos.

Nesses gráficos, poderá ser comparada, proporcionalmente, a importância dos insumos e da mão-de-obra para cada espécie presente nos modelos agroflorestais. Para a maioria dos componentes, em ambos os modelos, os custos de mão-de-obra foram mais expressivos, mas também é importante identificar as espécies mais dependentes em insumos. Em modalidades agroflorestais compostas por cacauzeiro e açazeiro, como também cacauzeiro e pupunheira estudadas por SILVA, (2000) no município de Benevides, Pará, constatou-se que as despesas com mão-de-obra representou 97% do total.

Os custos de mão-de-obra e insumos das espécies do modelo M₁ podem ser consultados no GRÁFICO 4.

De forma geral, nesse modelo, percebe-se que a maioria dos componentes demandou mais custos de mão-de-obra que de insumos, principalmente a mandioca, ingazeiro, cupuaçuzeiro e pupunheira, nos quais os custos de mão-de-obra representaram mais de 80% dos custos totais, concordando com os dados de SILVA (2000).

GRÁFICO 4 - CUSTOS DE MÃO-DE-OBRA E DE INSUMOS DOS COMPONENTES AGROFLORESTAIS DO MODELO M₁ DURANTE O PERÍODO DE 20 ANOS.



Fonte: o autor.

Os componentes que apresentaram um balanço equilibrado entre os custos de mão-de-obra e insumos foram o arroz, a bananeira e a castanheira.

A cupiúba foi a única espécie que apresentou os custos de insumos (R\$ 428,00 ha⁻¹) maiores que os de mão-de-obra (R\$ 144,00 ha⁻¹), representando cerca de 75% do total. Isto se deve ao fato da baixa demanda de mão-de-obra nas atividades de manutenção e a maior necessidade de insumos como, combustível, óleo lubrificante e custo (aluguel) da motosserra, no momento da extração da madeira. Entretanto, seus custos totais de R\$ 572,00 ha⁻¹ foram um dos menores quando comparados aos demais componentes do sistema, apesar do tempo de

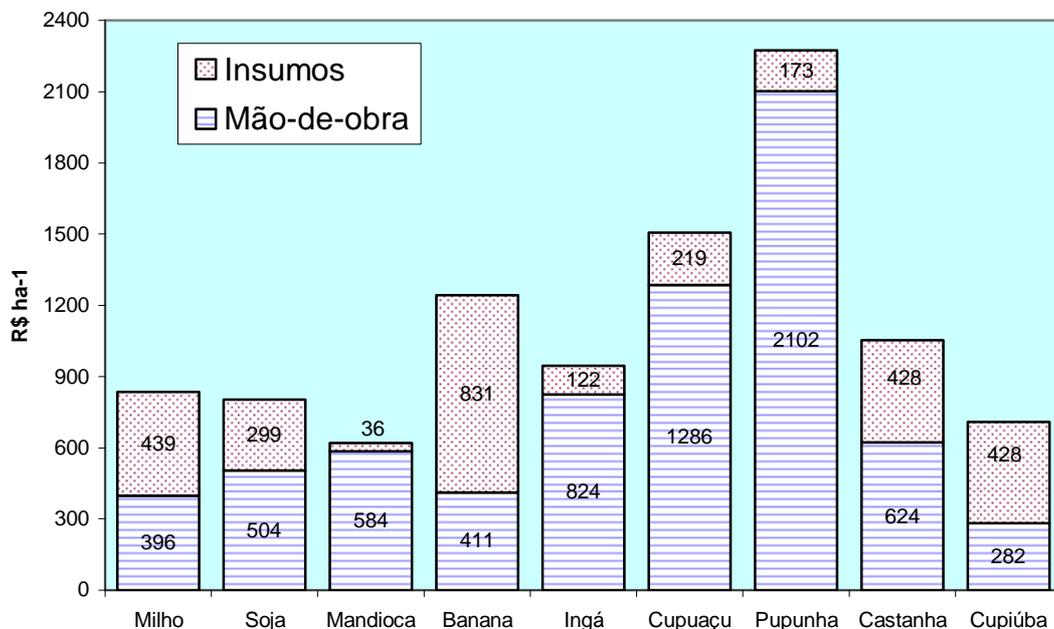
permanência da cupiúba ter sido de dezenove anos, bastante superior às demais espécies.

A mandioca, plantada somente no terceiro ano do SAF M₁, foi o componente que apresentou os menores custos totais (R\$ 512,00 ha⁻¹), com a participação de R\$ 36,00 ha⁻¹ para os custos de insumos e R\$ 476,00 ha⁻¹ para os custos de mão-de-obra, representando 7% e 93%, respectivamente.

Já a pupunheira, presente durante dezenove anos no sistema, foi a espécie com os maiores custos totais (R\$ 2.281,00 ha⁻¹), com a participação de 7% (R\$ 169,00 ha⁻¹) para os custos de insumos e 93% (R\$ 2.112,00 ha⁻¹) para os custos de mão-de-obra (GRÁFICO 4). Proporcionalmente, a pupunheira se mostrou altamente dependente da mão-de-obra no sistema agroflorestal.

Os custos de mão-de-obra e insumos das espécies do modelo M₂ podem ser consultados no GRÁFICO 5.

GRÁFICO 5 - CUSTOS DE MÃO-DE-OBRA E DE INSUMOS DOS COMPONENTES AGROFLORESTAIS DO MODELO M₂ DURANTE O PERÍODO DE 20 ANOS.



Fonte: o autor.

De forma geral, percebeu-se que a maioria dos componentes, assim como ocorreu no SAF M₁, demandou mais custos de mão-de-obra que de insumos, principalmente a mandioca, ingazeiro, cupuaçuzeiro e pupunheira, nos quais os custos de mão-de-obra representaram mais de 80% dos custos totais.

Os componentes que apresentaram equilíbrio entre os custos de mão-de-obra e insumos foram o milho, a soja e a castanheira.

No SAF M₂, o milho, a bananeira e a cupiúba apresentaram os custos de insumos maiores que os de mão-de-obra, diferindo do SAF M₁.

A mandioca foi o componente que apresentou os menores custos totais (R\$ 620,00 ha⁻¹), com a participação de R\$ 36,00 ha⁻¹ para os custos de insumos e R\$ 584,00 ha⁻¹ para os custos de mão-de-obra.

A pupunheira foi a espécie com os maiores custos totais (R\$2.275,00 ha⁻¹), com a participação de R\$ 173,00 ha⁻¹ para os custos de insumos e R\$ 2.102,00 ha⁻¹ para os custos de mão-de-obra (GRÁFICO 5).

A bananeira, presente durante cinco anos no SAF M₂, apresentou uma percentagem de participação dos custos de insumos de cerca de 67%, quando comparada aos custos de mão-de-obra, diferente do que ocorreu no SAF M₁, onde essa participação foi de aproximadamente 48%. Essa diferença ocorreu devido ao maior uso de adubos e fertilizantes na cultura da bananeira no SAF M₂.

2.8.4 Distribuição Anual dos Custos de Mão-de-obra

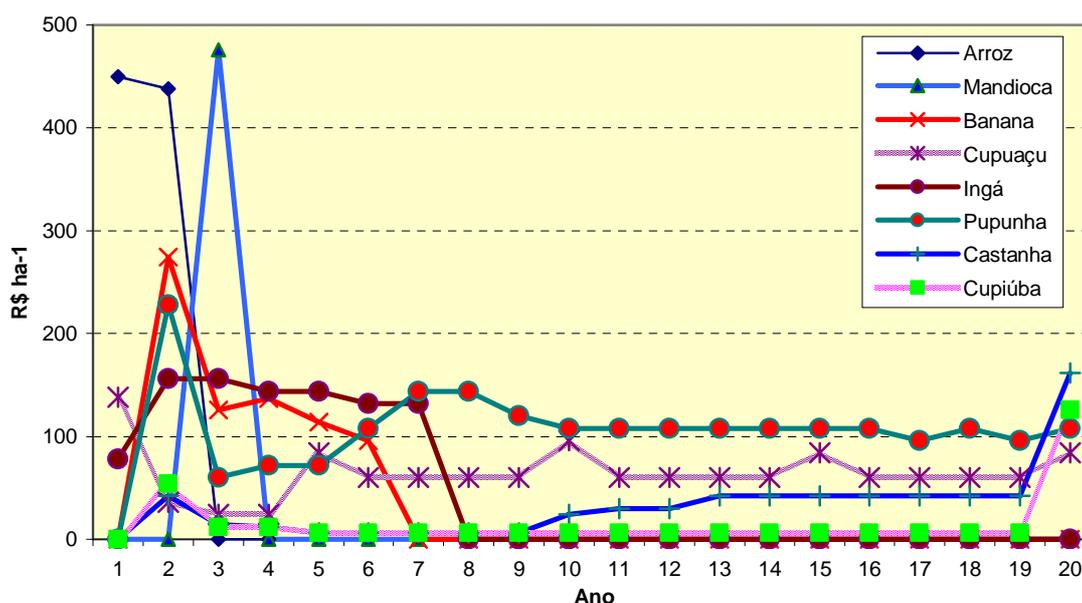
A distribuição anual dos custos de mão-de-obra para todos os componentes dos sistemas M₁ e M₂ durante o período de 20 anos são apresentados nos GRÁFICOS 6 e 7.

Observa-se no GRÁFICO 6, onde podem ser consultadas as informações da distribuição anual dos custos de mão-de-obra dos componentes do SAF M₁, que houve maior concentração dos custos nos primeiros 3 anos, fase de implantação do sistema. No período inicial as espécies com maior contribuição para os custos de mão-de-obra foram o arroz, semeado no primeiro e segundo ano, com gastos de R\$ 450,00 ha⁻¹ e R\$ 438,00 ha⁻¹, respectivamente; a mandioca, plantada no terceiro ano com um custo de R\$ 476,00 ha⁻¹. É importante citar que os demais componentes

como a bananeira, a pupunheira, o cupuaçuzeiro, o ingazeiro, a castanheira e a cupiúba, foram implantados no SAF nos três primeiros anos, onerando sensivelmente a fase inicial.

Entre os anos quatro e sete, período que não houve a participação das culturas anuais, os custos de mão-de-obra do SAF M₁ foram reduzidos em mais da metade de sua demanda, sendo que os componentes mais importantes na geração dos custos de mão-de-obra foram o ingazeiro (R\$ 140,00 ha⁻¹), a bananeira (R\$ 96,00-135,00 ha⁻¹), a pupunheira (R\$ 70,00-144,00 ha⁻¹) e o cupuaçuzeiro (R\$ 24,00-84,00 ha⁻¹).

GRÁFICO 6 – DISTRIBUIÇÃO ANUAL DOS CUSTOS DE MÃO-DE-OBRA DOS COMPONENTES DO SISTEMA M₁ DURANTE 20 ANOS.



Fonte: o autor.

A partir do oitavo ano se iniciou o período de estabilização do sistema. A pupunheira e o cupuaçuzeiro foram as espécies mais importantes nesta fase apresentando custos de mão-de-obra anual, principalmente para a colheita dos frutos e podas de manutenção, de aproximadamente R\$ 110,00 ha⁻¹ e de R\$ 60,00 a 84,00 ha⁻¹, respectivamente.

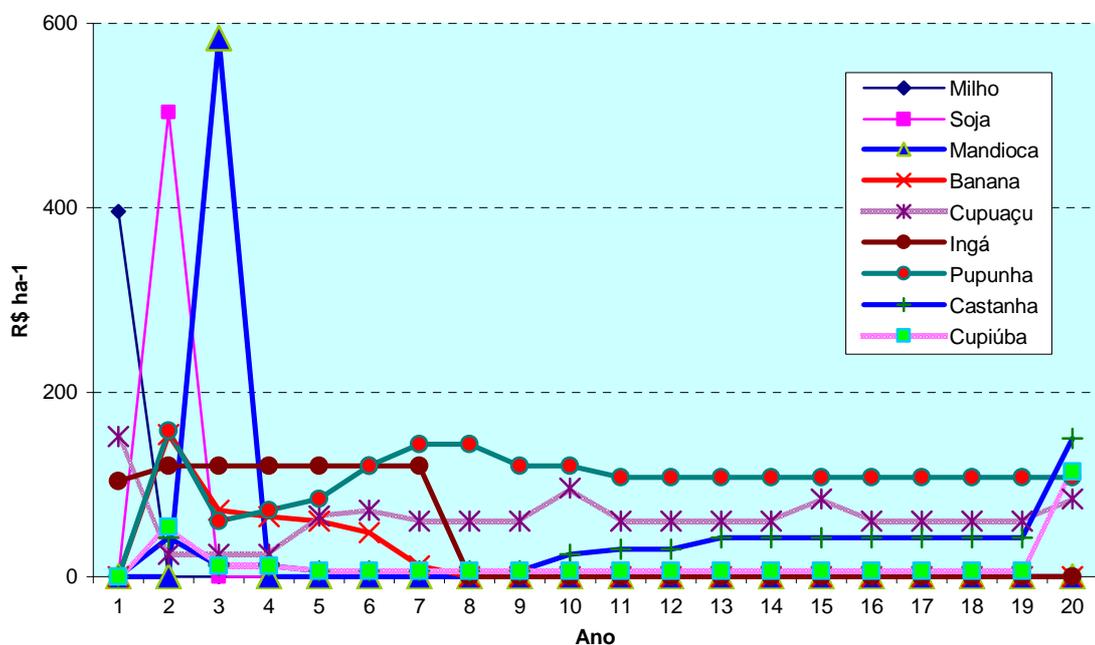
A castanheira começou a demandar custos com mão-de-obra anual de cerca de R\$ 42,00 ha⁻¹ a partir do décimo ano devido ao início da colheita dos frutos, fase normal para a espécie na região.

No vigésimo e último ano do estudo a castanheira e a cupiúba apresentaram um forte aumento dos custos de mão-de-obra anual, com valores de R\$ 162,00 ha⁻¹ e R\$ 126,00 ha⁻¹, respectivamente, devido à extração da madeira.

Observa-se no GRÁFICO 7, onde podem ser consultadas as informações dos custos de mão-de-obra anual dos componentes do SAF M₂, que a maior concentração dos custos ocorreu nos primeiros 3 anos, fase de implantação do sistema.

As informações a seguir apresentam a mesma tendência de comportamento dos componentes do SAF M₁ ao longo do período, com pequenas variações em seus valores.

GRÁFICO 7 - DISTRIBUIÇÃO ANUAL DOS CUSTOS DE MÃO-DE-OBRA DOS COMPONENTES DO SISTEMA M₂ DURANTE 20 ANOS.



Fonte: o autor.

No período inicial as espécies com maior contribuição para os custos de mão-de-obra foram o milho, semeado no primeiro ano, com valores de R\$ 396,00 ha⁻¹; a soja, semeada no segundo ano, com custos de R\$ 504,00 ha⁻¹; a mandioca, plantada no terceiro ano, com um custo de R\$ 584,00 ha⁻¹. É importante citar que os demais componentes também contribuíram para o aumento dos custos da fase inicial.

Entre o quarto e sétimo ano, sem a participação das culturas anuais, o SAF M₂ reduziu seus custos de mão-de-obra em mais da metade de sua demanda, e os componentes mais importantes na geração dos custos de mão-de-obra foram o ingazeiro (R\$ 120,00 ha⁻¹), a bananeira (R\$ 12,00 - 72,00 ha⁻¹), a pupunheira (R\$ 72,00 - 144,00 ha⁻¹) e o cupuaçuzeiro (R\$ 24,00 - 72,00 ha⁻¹).

A partir do oitavo ano se iniciou o período de estabilização do SAF M₂. A pupunheira e o cupuaçuzeiro foram as espécies mais importantes nesta fase, apresentando custos de mão-de-obra anual de aproximadamente R\$ 108,00 ha⁻¹ e R\$ 60,00-96,00 ha⁻¹, respectivamente.

A castanheira começou a demandar custos com mão-de-obra anual de cerca de R\$ 42,00 ha⁻¹ a partir do décimo ano devido ao início da colheita dos frutos.

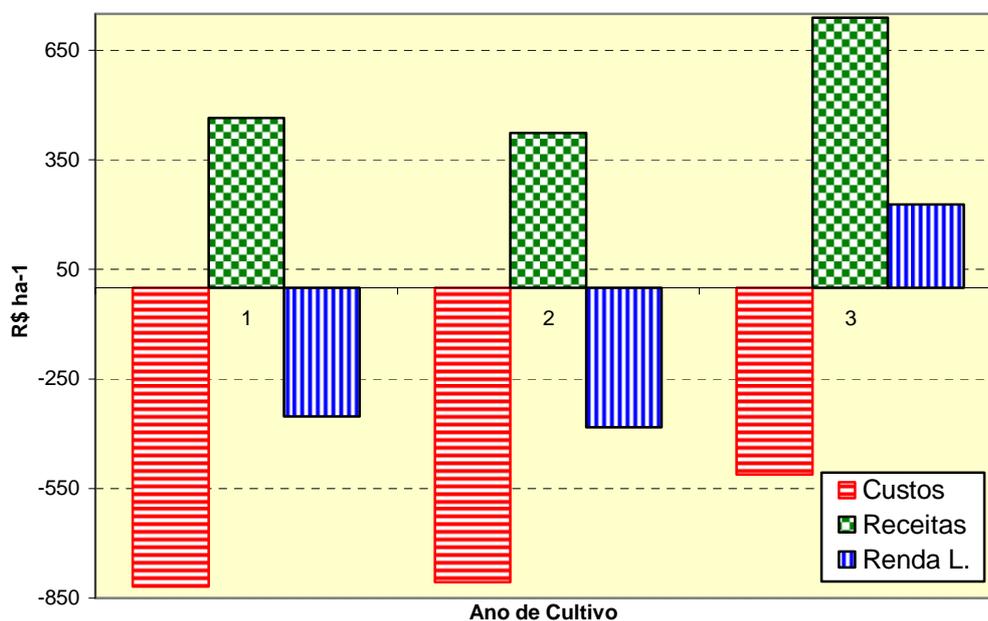
No vigésimo e último ano do estudo a castanheira e a cupiúba apresentaram um forte aumento dos custos de mão-de-obra anual, com valores de R\$ 150,00 ha⁻¹ e R\$ 114,00 ha⁻¹, respectivamente, devido a extração da madeira.

2.8.5 Custos, Receitas e Renda Líquida das Culturas Anuais.

No GRÁFICO 8 é apresentada a avaliação dos custos, receitas e renda líquida das culturas do arroz e mandioca no SAF M₁.

Os custos para a cultura do arroz, semeado no primeiro e segundo ano no SAF M₁, foram de R\$ 818,00 ha⁻¹ e 806,00 ha⁻¹, respectivamente. As receitas geradas no mesmo período foram de R\$ 465,00 ha⁻¹ e R\$ 424,00 ha⁻¹. Os resultados dos custos e receitas para a cultura do arroz resultaram em uma renda líquida negativa de R\$ 353,00 ha⁻¹ no primeiro ano e de R\$ 382,00 ha⁻¹ no segundo ano, podendo-se constatar que a semeadura do arroz gerou prejuízo financeiro ao SAF M₁.

GRÁFICO 8 - CUSTOS, RECEITAS E RENDA LÍQUIDA DAS CULTURAS DO ARROZ (ANOS 1 E 2) E MANDIOCA (ANO 3) NO SAF M₁.



Fonte: o autor.

De acordo com os resultados obtidos por SANTOS, RODRIGUEZ e WANDELLI (2002) para a cultura do arroz nos modelos agroflorestais estudados próximos de Manaus, AM, os custos de implantação foram de R\$ 128,00 ha⁻¹ gerando receitas de R\$ 198,00 ha⁻¹ em um sistema semelhante ao SAF M₁. A discrepância dos valores de custos observados entre as duas informações provavelmente se deve às diferenças praticadas nas atividades de preparo da área e ao valor nominal utilizado na mão-de-obra.

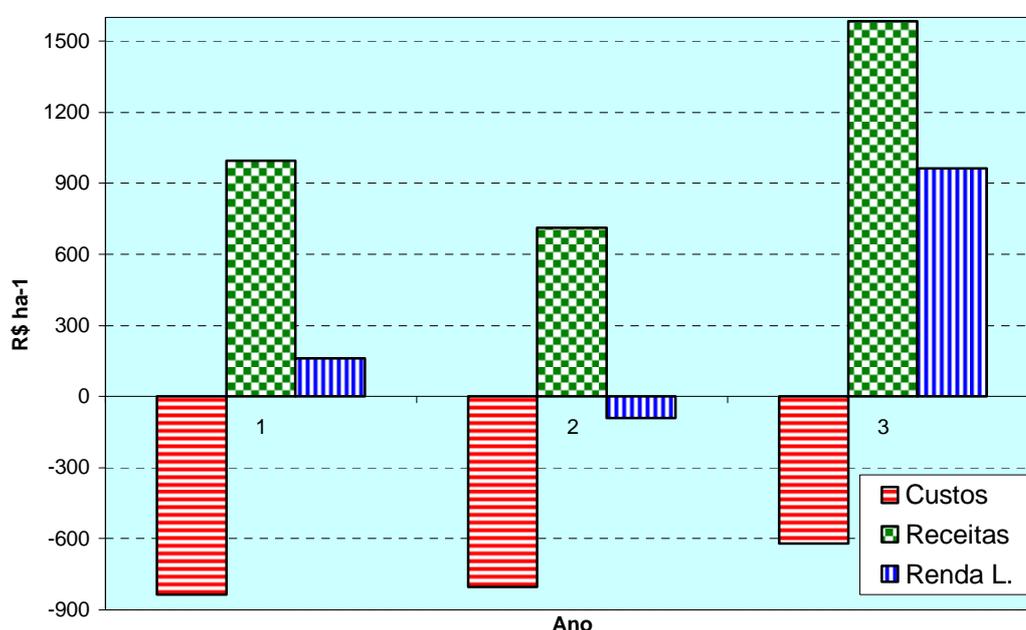
Um dos objetivos do plantio de culturas anuais no sistema é gerar renda para auxiliar na diminuição dos custos de implantação, o que era esperado no cultivo do arroz. Entretanto, o arroz causou prejuízo devido à sua baixa produtividade, de 1.550 kg ha⁻¹ e 1.413 kg ha⁻¹, no primeiro e segundo ano, respectivamente, quando o desejável seria de 3.500 kg ha⁻¹ (CORDEIRO, 2002; CORDEIRO *et al.*, 2003).

A cultura da mandioca foi plantada no terceiro ano no SAF M₁ (GRÁFICO 8) apresentando os custos de plantio de R\$ 512,00 ha⁻¹ e receitas de R\$ 740,00 ha⁻¹, resultados que geraram renda líquida de R\$ 228,00 ha⁻¹.

Com uma produtividade de 4.935 kg ha⁻¹, a cultura da mandioca alcançou o objetivo proposto de gerar lucro e amortizar os custos de implantação de espécies que ainda se encontravam na fase de maturidade produtiva.

Os custos, receitas e renda líquida das culturas do milho, soja e mandioca no SAF M₂ podem ser observados no GRÁFICO 9.

GRÁFICO 9 - CUSTOS, RECEITAS E RENDA LÍQUIDA DAS CULTURAS DO MILHO (ANO 1), SOJA (ANO 2) E MANDIOCA (ANO 3) NO SAF M₂.



Fonte: o autor.

A cultura do milho foi semeada no primeiro ano no SAF M₂ (GRÁFICO 9) apresentando os custos de plantio de R\$ 834,00 ha⁻¹ e receitas de R\$ 995,00 ha⁻¹, gerando uma renda líquida de R\$ 161,00 ha⁻¹. SANTOS, RODRIGUEZ e WANDELLI (2002), ao avaliarem a produtividade do milho em modelos agroflorestais, obtiveram valores de custos de semeadura e receitas de R\$ 316,00 ha⁻¹ e R\$ 720,00 ha⁻¹, respectivamente. Os resultados observados das receitas foram semelhantes aos encontrados neste estudo. A diferença entre os valores dos custos pode ter ocorrido, provavelmente, às diferenças praticadas nas atividades de preparo da área e ao preço pago nas atividades de mão-de-obra.

A soja foi semeada no segundo ano no SAF M₂ apresentando os custos de plantio de R\$ 802,00 ha⁻¹ e receitas de R\$ 711,00 ha⁻¹, gerando uma renda líquida negativa de R\$ 91,00 ha⁻¹. Pode-se constatar que a semeadura da soja gerou prejuízo financeiro ao SAF M₂ (GRÁFICO 9).

Esperava-se que o plantio da soja, devido ao sucesso alcançado em todo o país, pudesse gerar receitas suficientes para diminuir os custos de implantação do sistema. No entanto, com uma baixa produtividade, de 1.779 kg ha⁻¹, a soja causou prejuízos ao SAF M₂ devido, provavelmente, às condições edafoclimáticas inadequadas e à baixa adaptação da variedade genética utilizada.

A cultura da mandioca foi plantada no terceiro ano no SAF M₂ (GRÁFICO 9) apresentando os custos de plantio de R\$ 620,00 ha⁻¹ e receitas de R\$ 1.583,00 ha⁻¹, resultados que geraram renda líquida positiva de R\$ 963,00 ha⁻¹.

Dentre as culturas anuais plantadas tanto no SAF M₁ como no SAF M₂, a mandioca, com produtividade de 10.555 kg ha⁻¹, ligeiramente inferior à média regional, de 13.000 kg ha⁻¹ (SCHWENGBER, SMIDERLE e MATTIONE, 2005) foi a que apresentou os melhores resultados. Este fato contrariou as expectativas iniciais da equipe de pesquisa, que esperava um melhor rendimento das culturas do milho e soja em relação à mandioca. Entretanto, os fatores edafoclimáticos adversos àquelas culturas, não prejudicaram o desenvolvimento da espécie menos exigente, a mandioca.

Estes resultados confirmam aqueles obtidos por SANTOS, RODRIGUEZ e WANDELLI (2002), que avaliaram quatro modelos agrofloretais em áreas degradadas a 54 km de Manaus, onde a mandioca foi a cultura agrícola com a maior rentabilidade, quando comparada ao arroz e milho.

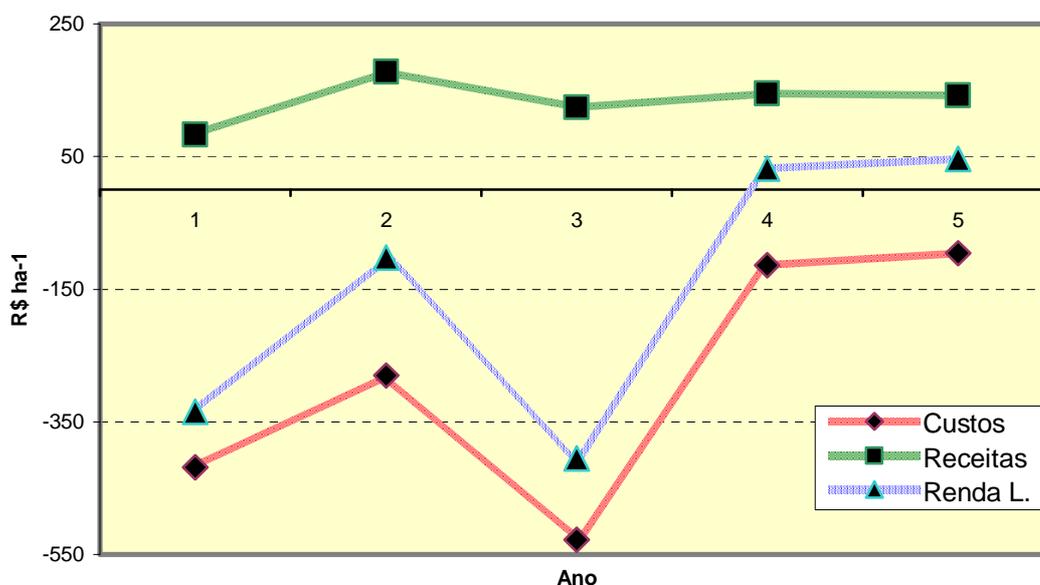
2.8.6 Custos, Receitas e Renda Líquida da Cultura da Bananeira

Os custos, receitas e renda líquida da cultura da bananeira nos SAFs M₁ e M₂ podem ser analisados nos GRÁFICOS 10 e 11.

Observa-se no GRÁFICO 10 que a bananeira foi avaliada durante 5 anos no SAF M₁ com custo de implantação de R\$ 418,00 ha⁻¹, oscilando nos anos 2 e 3, com custos de R\$ 280,00 ha⁻¹ e 528,00 ha⁻¹, respectivamente.

As receitas foram constantes durante os 5 anos de plantio obtendo seu melhor resultado no segundo ano (R\$ 178,00 ha⁻¹). Entretanto, as receitas não foram suficientes para compensar os custos, causando prejuízos nos três primeiros anos do cultivo da bananeira, demonstrando valores negativos da renda líquida. No quarto e quinto ano, os custos diminuíram devido à redução das práticas culturais e a renda líquida passou a apresentar valores positivos, de R\$ 31,00 ha⁻¹ e R\$ 46,00 ha⁻¹, respectivamente.

GRÁFICO 10 - CUSTOS, RECEITAS E RENDA LÍQUIDA DA CULTURA DA BANANEIRA NO SAF M₁



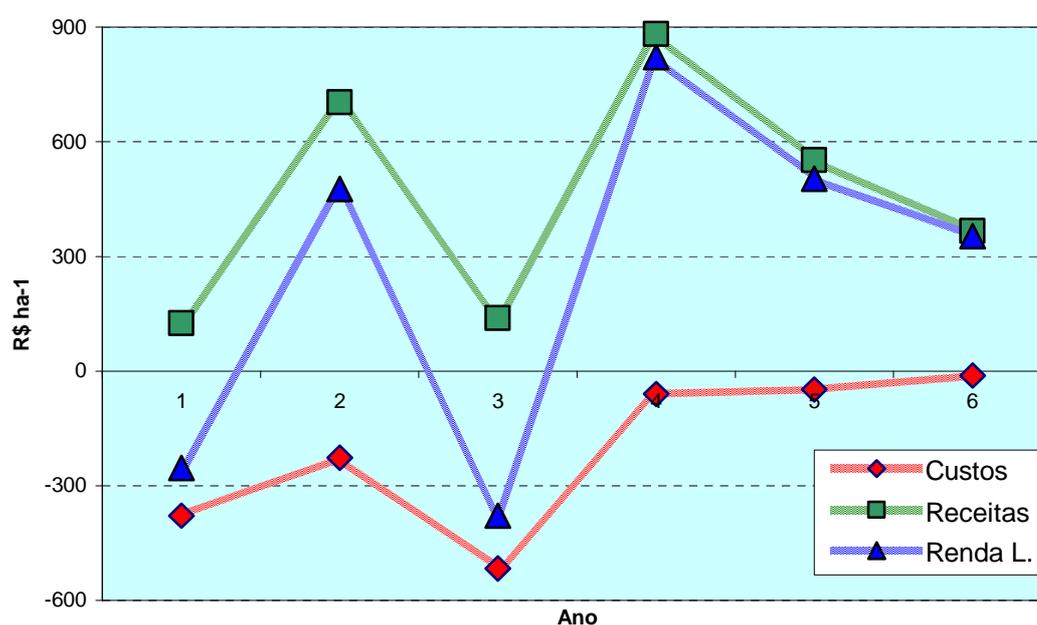
Fonte: o autor.

O baixo nível de insumos, como adubos e fertilizantes foi, provavelmente, o principal responsável pelo baixo rendimento da cultura da bananeira no SAF M₁ durante os cinco anos de plantio. Observando-se os resultados da bananeira no SAF M₂, no GRÁFICO 11, pode-se verificar que a cultura respondeu ao uso de insumos, gerando de quatro a cinco vezes mais receitas que no SAF M₁.

A bananeira foi avaliada durante 6 anos no SAF M₂ com custo de implantação de R\$ 378,00 ha⁻¹; R\$ 226,00 ha⁻¹ no segundo ano e R\$ 517,00 ha⁻¹ no terceiro ano.

Nos últimos três anos, do quarto ao sexto ano, os custos diminuíram e tiveram pouca variação, com valores de R\$ 12,00 - 60,00 ha⁻¹. Os maiores custos ocorreram nos três primeiros anos devido ao preparo das mudas para o plantio e à adubação e fertilização (GRÁFICO 11).

GRÁFICO 11 - CUSTOS, RECEITAS E RENDA LÍQUIDA DA CULTURA DA BANANEIRA NO SAF M₂.



Fonte: o autor.

As receitas variaram em todo o período obtendo os melhores valores no anos dois (R\$ 703,00 ha⁻¹) e quatro (R\$ 882,00 ha⁻¹); e com os mais baixos nos anos um (R\$ 125,00 ha⁻¹) e três (R\$ 138,00 ha⁻¹). No SAF M₂, os anos um e três geraram os únicos valores negativos da renda líquida, assim como os piores resultados das receitas e custos. As receitas apresentaram uma tendência de queda a partir do quarto ano, mas foram suficientes para compensar os custos.

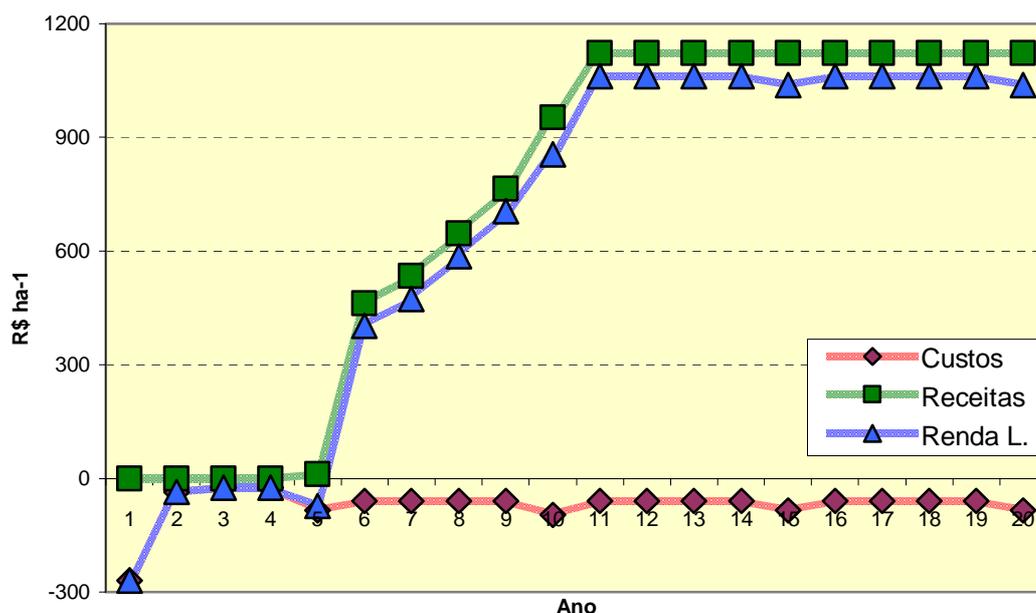
2.8.7 Custos, Receitas e Renda Líquida do Cupuaçuzeiro

Os custos, receitas e renda líquida do cupuaçuzeiro, com uma densidade de 416 plantas ha^{-1} , nos SAFs M_1 e M_2 , durante o período de 20 anos, podem ser consultados nos GRÁFICOS 12 e 13.

O cupuaçuzeiro é um componente importante na geração de receitas dos sistemas agroflorestais estudados, como também está presente na maior parte dos sistemas agroflorestais desenhados por produtores rurais do estado de Roraima e da região amazônica como um todo (SÁ *et al.*, 2000; SANTOS, RODRIGUEZ e WANDELLI, 2002; MENDES, 2002 e 2003).

Observa-se no GRÁFICO 12 que o cupuaçuzeiro no SAF M_1 foi plantado no primeiro ano permanecendo sem produzir até o quinto ano. A partir do sexto ano houve o início da geração de receitas, cerca de R\$ 460,00 ha^{-1} , de forma crescente até o décimo - primeiro ano (R\$ 1.122,00 ha^{-1}), fase a partir da qual a cultura foi considerada como tendo receitas estáveis até o final do estudo.

GRÁFICO 12 - CUSTOS, RECEITAS E RENDA LÍQUIDA DO CUPUAÇUZEIRO NO SAF M_1 .



Fonte: o autor.

Aos oito anos de idade, ARCO-VERDE e MOURÃO JUNIOR (2003b) avaliaram que cada planta produzia de um a três frutos com peso médio 808 g. Nesta fase de produção as 416 plantas de cupuaçu do SAF M₁ produziram 380 kg ha⁻¹ de frutos "in natura", estabilizando a produção aos onze anos com aproximadamente 660 kg ha⁻¹.

Resultados com o mesmo comportamento foram observados por SANTOS, RODRIGUEZ e WANDELLI (2002) ao estudar quatro modelos agroflorestais em áreas degradadas a 54 km de Manaus. O cupuaçuzeiro foi plantado com uma densidade de 278 plantas ha⁻¹, iniciando sua produção aos cinco anos e atingindo sua produção máxima aos oito anos, com uma receita de R\$ 800,00 ha⁻¹.

Os custos do cupuaçuzeiro permaneceram praticamente estáveis ao longo do período (de R\$ 60,00 a R\$ 90,00 ha⁻¹), exceto no ano de implantação da cultura, onde os custos chegaram a R\$ 270,00 ha⁻¹, resultados que diferem dos obtidos por SANTOS, RODRIGUEZ e WANDELLI (2002), que foram de R\$ 255,00 ha⁻¹ diminuindo gradativamente até o sétimo ano para R\$ 47,00 ha⁻¹. Do oitavo ao vigésimo ano os custos de manutenção foram de R\$ 8,00 ha⁻¹. Esta diferença, provavelmente, se deve às variações no número de intervenções culturais.

Não houve renda líquida positiva nos primeiros cinco anos de cultivo do cupuaçuzeiro. A partir do sexto ano, com o valor de R\$ 402,00 ha⁻¹, a renda líquida acompanhou a tendência das receitas que aumentaram até o décimo - primeiro ano (R\$ 1.062,00 ha⁻¹), permanecendo estáveis até o vigésimo.

Observa-se no GRÁFICO 13 que o cupuaçuzeiro no SAF M₂ foi plantado no primeiro ano permanecendo sem produzir até o quarto ano. A partir do quinto ano houve o início da geração de receitas pouco expressivas, mas a partir do sexto ano (R\$ 814,00 ha⁻¹), pode-se considerar que as receitas contribuíram efetivamente com o SAF M₂ aumentando até o décimo - primeiro ano (R\$ 1.411,00 ha⁻¹), fase na qual a cultura manteve suas receitas estáveis até o final do estudo. Resultados com a mesma tendência foram observados por SANTOS, RODRIGUEZ e WANDELLI (2002) ao estudar quatro modelos agroflorestais em áreas degradadas a 54 km de Manaus.

ARCO-VERDE e MOURÃO JUNIOR (2003b) avaliaram o SAF M₂ aos oito anos de idade, constatando que cada planta produziu uma média de dois frutos, com peso médio 731 g. Neste mesmo ano as 416 plantas de cupuaçuzeiro do SAF M₂

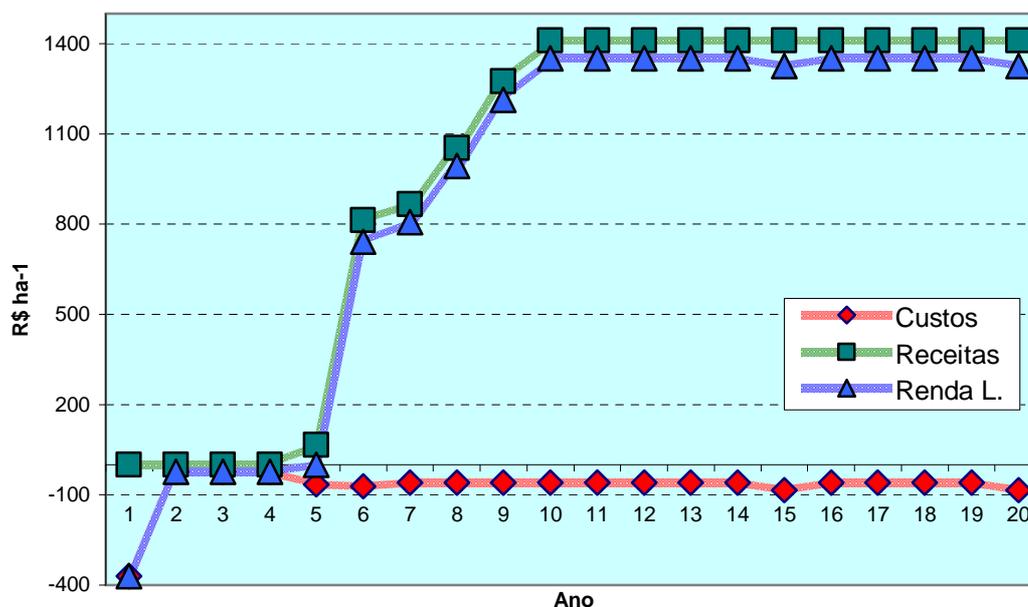
produziram 620 kg ha⁻¹ de frutos "in natura", estabilizando a produção aos onze anos com aproximadamente 830 kg ha⁻¹.

Os custos do cupuaçuzeiro permaneceram praticamente estáveis ao longo do período (de R\$ 60,00 a R\$ 84,00 ha⁻¹), exceto no ano de implantação da cultura, onde os valores chegaram a R\$ 371,00 ha⁻¹.

Em um modelo agroflorestal com maior uso de insumos, SANTOS, RODRIGUEZ e WANDELLI (2002) observaram que os custos de implantação do cupuaçuzeiro foram de R\$ 150,00 ha⁻¹ e variaram de R\$ 100,00 ha⁻¹ a R\$ 145,00 ha⁻¹ até o quinto ano. Do sexto ao vigésimo ano os custos de manutenção da cultura foram de R\$ 9,00 ha⁻¹.

Não houve renda líquida nos primeiros cinco anos de cultivo do cupuaçuzeiro. A partir do sexto ano, com o valor de R\$ 742,00 ha⁻¹, a renda líquida acompanhou a tendência das receitas que aumentaram até o décimo - primeiro ano (R\$ 1.351,00 ha⁻¹), permanecendo estáveis até o final do estudo.

GRÁFICO 13 - CUSTOS, RECEITAS E RENDA LÍQUIDA DO CUPUAÇUZEIRO NO SAF M₂.



Fonte: o autor.

Apesar dos gráficos dos SAF M_1 e M_2 apresentarem os resultados das receitas, custos e renda líquida com uma tendência semelhante, a renda líquida do cupuaçuzeiro do SAF M_2 foi de 30% a 50% maior que no SAF M_1 . Estas diferenças nos resultados entre os dois modelos ocorreram devido ao manejo cultural mais completo do SAF M_2 .

2.8.8 Custos, Receitas e Renda Líquida da Pupunheira

Os custos, receitas e renda líquida da pupunheira, com uma densidade de 338 plantas ha^{-1} , nos SAFs M_1 e M_2 , durante o período de 20 anos, podem ser consultados nos GRÁFICOS 14 e 15.

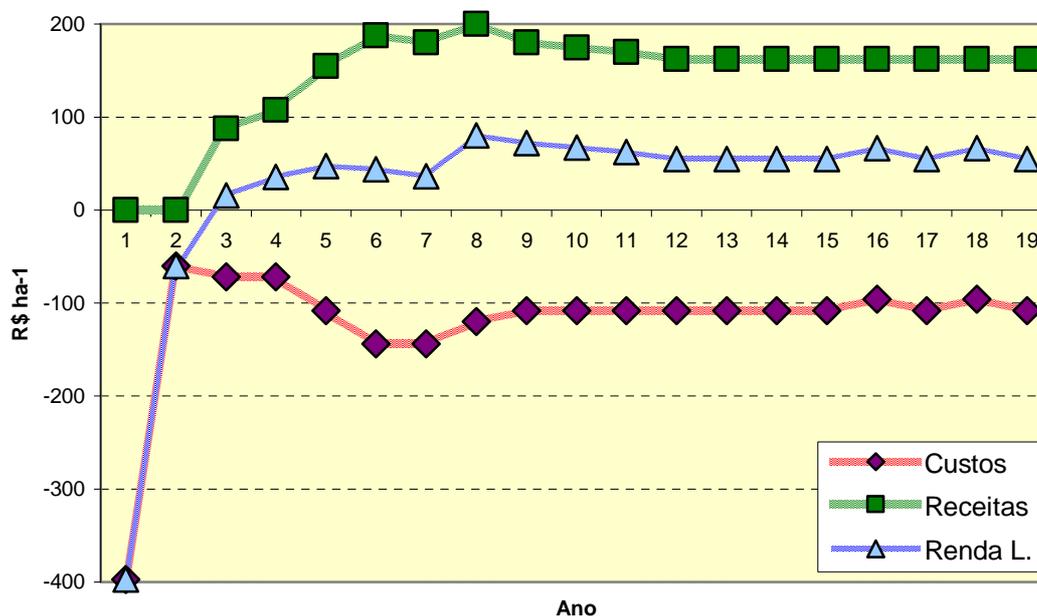
Pode-se observar no GRÁFICO 14 que as receitas da pupunheira do SAF M_1 iniciaram a partir do terceiro ano (R\$ 87,50 ha^{-1}) aumentando gradativamente até o oitavo ano (R\$ 200,00 ha^{-1}). Em seguida sofre uma pequena diminuição em suas receitas até o décimo - segundo ano (162,00 ha^{-1}) permanecendo com as receitas constantes até o final do estudo.

ARCO-VERDE e MOURÃO JUNIOR (2003a) avaliaram o SAF M_1 aos oito anos de idade, constatando que a produção de cachos de pupunha, ocorrida entre os meses de julho e setembro, foi bastante variável, oscilando de 34 a 114 cachos ha^{-1} . Neste mesmo ano as 338 plantas de pupunheira do SAF M_1 produziram 72 cachos ha^{-1} . Estas diferenças na produtividade entre os dois modelos ocorreram, provavelmente, devido à variabilidade genética do material utilizado (MORA-URPÍ, 1984; MORA-URPÍ, CLEMENT e PATINO, 1991).

Os custos de estabelecimento da pupunheira no SAF M_1 foram de R\$ 397,00 ha^{-1} . A partir do segundo ano os custos de manutenção estiveram próximos de R\$ 70,00 ha^{-1} aumentando para R\$ 144,00 ha^{-1} no sexto e sétimo anos. A partir do nono ano os custos se mantiveram praticamente constantes, em cerca de R\$ 108,00 ha^{-1} (GRÁFICO 14).

A renda líquida positiva da pupunheira pode ser observada a partir do terceiro ano (R\$ 15,00 ha^{-1}), identificando-se duas fases distintas durante o período de avaliação da cultura. Na primeira fase, do quarto ao sétimo ano, a renda líquida se manteve próxima dos R\$ 40,00 ha^{-1} ; e na segunda fase, a partir do oitavo ano, a renda líquida esteve ligeiramente superior, oscilando de R\$ 55,00 a 80,00 ha^{-1} (GRÁFICO 14).

GRÁFICO 14 - CUSTOS, RECEITAS E RENDA LÍQUIDA DA PUPUNHEIRA NO SAF M₁.



Fonte: o autor.

Observa-se no GRÁFICO 15 que as receitas da pupunheira do SAF M₂ se iniciaram a partir do terceiro ano (R\$ 132,50 ha⁻¹), aumentando até o décimo ano (R\$ 312,50 ha⁻¹). Em seguida ocorre uma pequena diminuição em suas receitas até o décimo - quarto ano (245,00 ha⁻¹), permanecendo com as receitas constantes até o ano final do estudo.

Aos oito anos de idade ARCO-VERDE e MOURÃO JUNIOR (2003a) avaliaram as plantas de pupunheira no SAF M₂, constatando que, assim como foi observado no SAF M₁, onde a época de colheita variou de 40 a 70 dias e a produção de cachos de pupunha, ocorreu entre os meses de julho e setembro, com a produção oscilando entre 34 a 114 cachos ha⁻¹. Neste mesmo ano as 338 plantas de pupunheira do SAF M₂ produziram 98 cachos ha⁻¹ de pupunha, atingindo sua produção máxima aos onze anos com 125 cachos ha⁻¹ (GRÁFICO 15). A diferença na produtividade entre os dois modelos ocorreu, possivelmente, devido à diferenciação genética das plantas utilizadas (MORA-URPÍ, 1984; MORA-URPÍ, CLEMENT e PATINO, 1991).

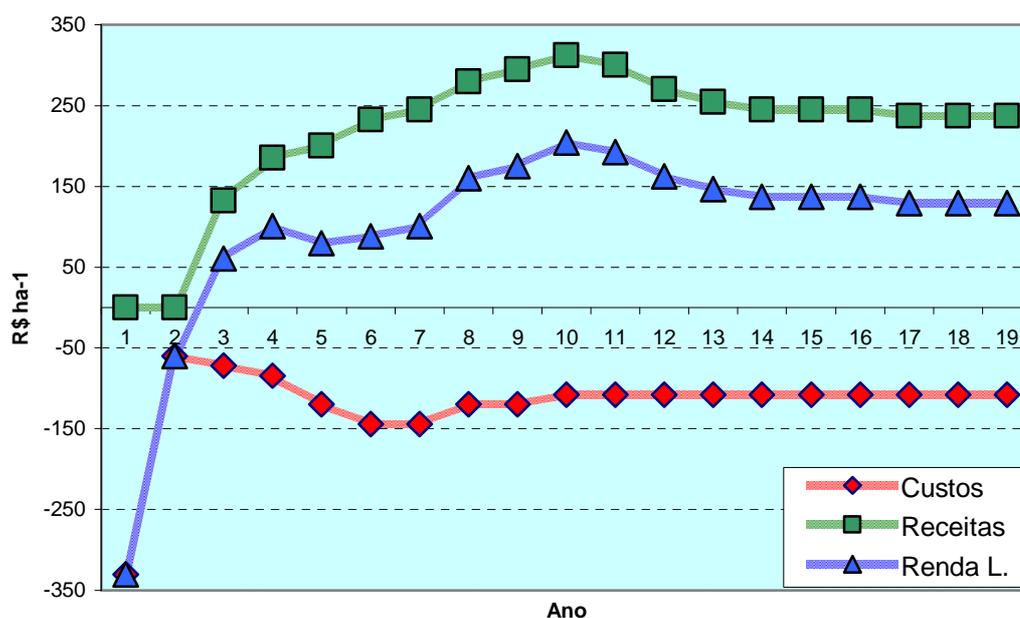
Os custos de estabelecimento da pupunheira no SAF M₂ foram de R\$ 330,00 ha⁻¹. A partir do segundo ano os custos de manutenção estiveram próximos de R\$

60,00 ha⁻¹ aumentando para R\$ 144,00 ha⁻¹ no sexto e sétimo anos. A partir do nono ano, com as atividades regulares de limpeza, os custos se mantiveram praticamente constantes em cerca de R\$ 108,00 ha⁻¹ (GRÁFICO 15).

A renda líquida positiva da pupunheira pode ser observada a partir do terceiro ano (R\$ 60,50 ha⁻¹), aumentando até o décimo ano (R\$ 204,50 ha⁻¹), decrescendo gradativamente até o décimo – quarto ano (R\$ 137,00 ha⁻¹), a partir da qual se manteve praticamente estável até o final do estudo (GRÁFICO 15).

Comparando-se a renda líquida da pupunheira entre os SAFs M₁ e M₂, constatou-se que o SAF M₂ gerou rendas líquidas em torno de 100% superiores às do SAF M₁.

GRÁFICO 15 - CUSTOS, RECEITAS E RENDA LÍQUIDA DA PUPUNHEIRA NO SAF M₂.



Fonte: o autor.

Ao se comparar o cupuaçuzeiro e a pupunheira, observam-se diferenças marcantes nos resultados dos lucros entre essas duas frutíferas perenes. A renda líquida anual do cupuaçuzeiro, gerada do terceiro ao vigésimo ano, tanto no SAF M₁ como no SAF M₂, foi de oito a onze vezes maior que a da pupunheira, variando de acordo com o período analisado. Esta é uma importante informação a ser

considerada no momento do desenho do sistema agroflorestral, principalmente quando for considerada a seleção, proporção e o ciclo de produção dos componentes (NAIR, 1993; RAIN TREE, 1984 e 1990).

2.8.9 Custos, Receitas e Renda Líquida da Castanheira

Os custos, receitas e renda líquida da castanheira, com densidade de 52 plantas ha^{-1} nos SAFs M_1 e M_2 durante o período de 20 anos, podem ser consultados nos GRÁFICOS 16 e 17.

Observa-se no GRÁFICO 16 que as receitas da castanheira do SAF M_1 , que tiveram início no nono ano, apresentaram dois períodos distintos.

O primeiro período, fase de colheita dos frutos da castanheira, foi do nono ao décimo - oitavo ano, com receitas variando de R\$ 200,00 a R\$ 450,00 ha^{-1} ; e a segunda fase ocorreu no último ano com a extração da madeira, gerando uma receita de R\$ 2.997,00 ha^{-1} .

Como referência de crescimento, TONINI e ARCO-VERDE (2004), avaliaram parâmetros dendrométricos da castanheira aos sete anos de idade no campo experimental Confiança, em Roraima, onde constataram um IMA_d^{18} de 1,9 cm e IMA_v^{19} de 14,6 m^3 , confirmando a previsão de corte da castanheira aos 20 anos.

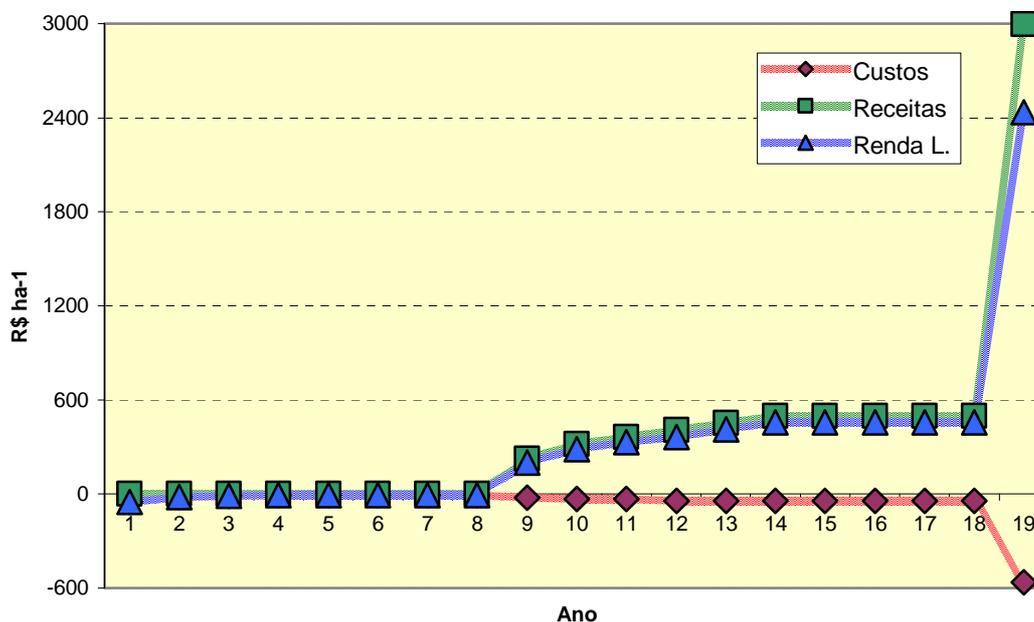
Os custos de estabelecimento (R\$ 50,00 ha^{-1}) e de manutenção da castanheira até o décimo - oitavo ano foram bastante baixos, variando de R\$ 6,00 a 42,00 ha^{-1} . No último ano, devido aos insumos necessários para o corte final da madeira, os custos subiram para R\$ 562,00 ha^{-1} (GRÁFICO 16).

A renda líquida da castanheira se apresentou negativa nos primeiros oito anos e a partir do nono ano acompanhou a curva de crescimento das receitas, aumentando de R\$ 202,00 ha^{-1} a R\$ 455,00 ha^{-1} no décimo - oitavo ano. No último ano, refletindo a forte contribuição da extração da madeira ocorrida no período, a renda líquida sobe acentuadamente para R\$ 2.435,00 ha^{-1} (GRÁFICO 16).

¹⁸ Incremento Médio Anual em diâmetro;

¹⁹ Incremento Médio Anual em volume.

GRÁFICO 16 - CUSTOS, RECEITAS E RENDA LÍQUIDA DA CASTANHEIRA NO SAF M₁.



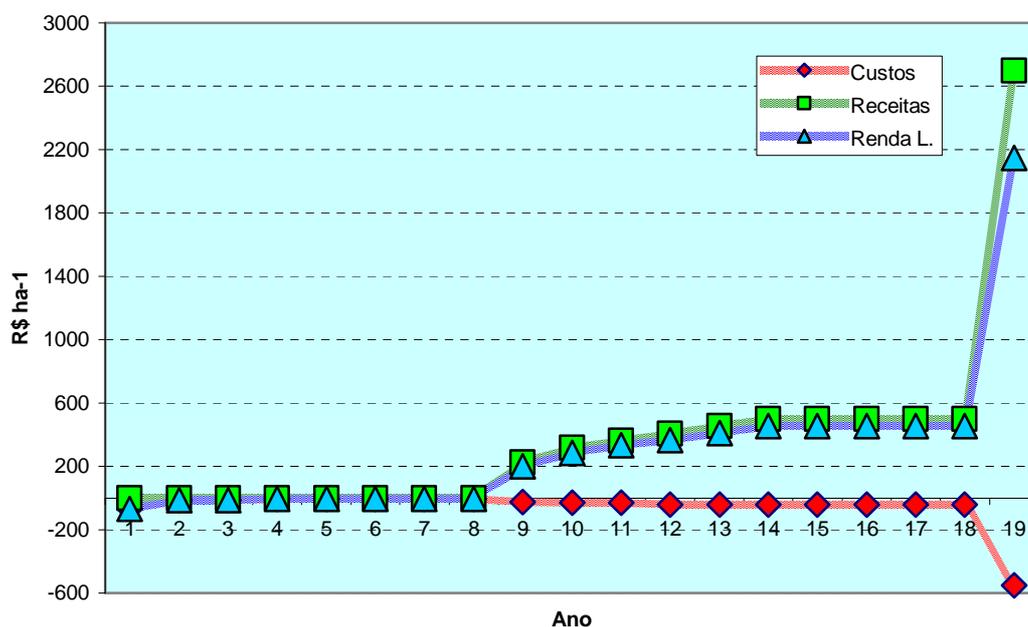
Fonte: o autor.

No GRÁFICO 17 observa-se que as receitas da castanheira do SAF M₂ iniciaram no nono ano apresentando dois períodos distintos. O primeiro, do nono ao décimo – oitavo ano, com receitas variando de R\$ 226,00 a R\$ 497,00 ha⁻¹; e a segunda fase ocorreu no último ano, gerando uma receita de R\$ 2.697,00 ha⁻¹.

Os custos de estabelecimento (R\$ 70,00 ha⁻¹) e de manutenção da castanheira até o décimo – oitavo ano foram bastante baixos, variando de R\$ 6,00 a 40,00 ha⁻¹ano. No último ano os custos subiram para R\$ 550,00 ha⁻¹ (GRÁFICO 17).

A renda líquida da castanheira se apresentou negativa nos primeiros oito anos e a partir do nono ano acompanhou a curva de crescimento das receitas da colheita dos frutos, aumentando de R\$ 202,00 ha⁻¹ no nono ano a R\$ 455,00 ha⁻¹ no décimo - oitavo ano. No último ano, com a retirada da madeira, a renda líquida é acrescida de R\$ 2.147,00 ha⁻¹ (GRÁFICO 17).

GRÁFICO 17 - CUSTOS, RECEITAS E RENDA LÍQUIDA DA CASTANHEIRA NO SAF M₂.



Fonte: o autor.

É importante diferenciar a origem das receitas e, conseqüentemente, da renda líquida da castanheira nos SAFs M₁ e M₂. A castanheira gerou duas fontes de receitas, a produção de frutos, a partir do nono ano, e o corte da madeira realizado no vigésimo ano do estudo. Esperava-se, no início da pesquisa, que a principal fonte de renda da castanheira fosse proveniente da extração da madeira. Entretanto, a produção de frutos forneceu de 90 % (M₁) a 110 % (M₂) mais receitas que a madeira, com a vantagem de gerar renda onze anos antes do corte final, devendo-se reavaliar a função deste componente no sistema como fator prioritário para a obtenção de receitas.

2.8.10 Custos, Receitas e Renda Líquida da Cupiúba

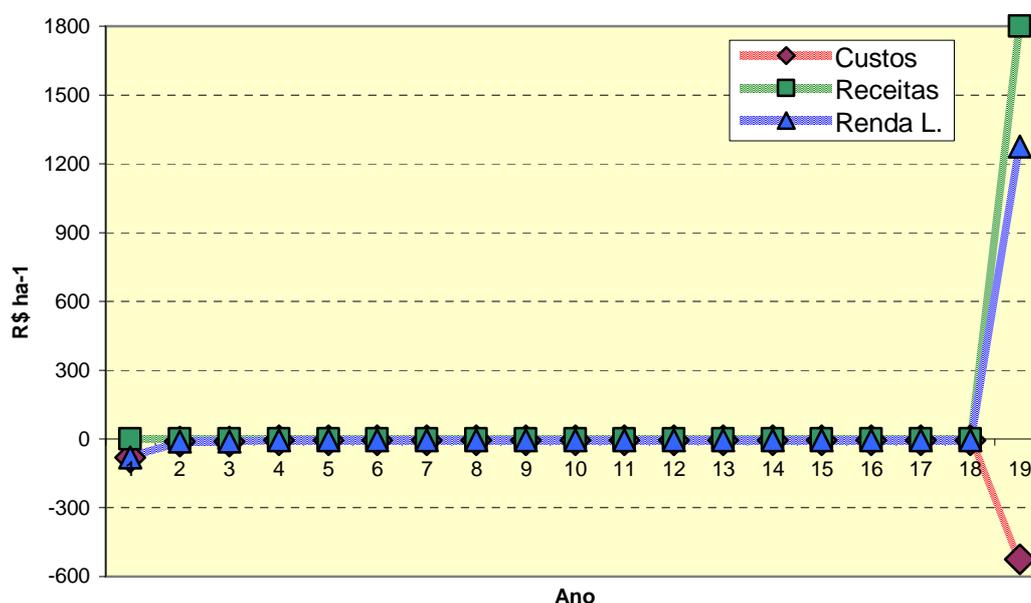
Os custos, receitas e renda líquida da cupiúba nos SAFs M₁ e M₂, durante o período de 20 anos, podem ser consultados nos GRÁFICOS 18 e 19.

No GRÁFICO 18 observa-se que as únicas receitas da cupiúba no SAF M₁ ocorreram no último ano do estudo, no valor de R\$ 1.800,00 ha⁻¹.

Os custos de implantação da cupiúba foram de R\$ 81,50 ha⁻¹ e os custos anuais de manutenção no período compreendido entre o segundo e o décimo - oitavo ano foi de R\$ 6,00 ha⁻¹. No último ano o custo de extração da madeira foi de R\$ 526,00 ha⁻¹ (GRÁFICO 18).

A renda líquida da cupiúba se apresentou negativa desde a implantação (R\$ 81,50 ha⁻¹) até o décimo - oitavo ano mantendo os mesmos valores dos custos de manutenção uma vez que nesta fase não houve a geração de receitas. O último ano foi o único a apresentar renda líquida positiva, no valor de R\$ 1.274,00 ha⁻¹ (GRÁFICO 18).

GRÁFICO 18 - CUSTOS, RECEITAS E RENDA LÍQUIDA DA CUPIÚBA NO SAF M₁.



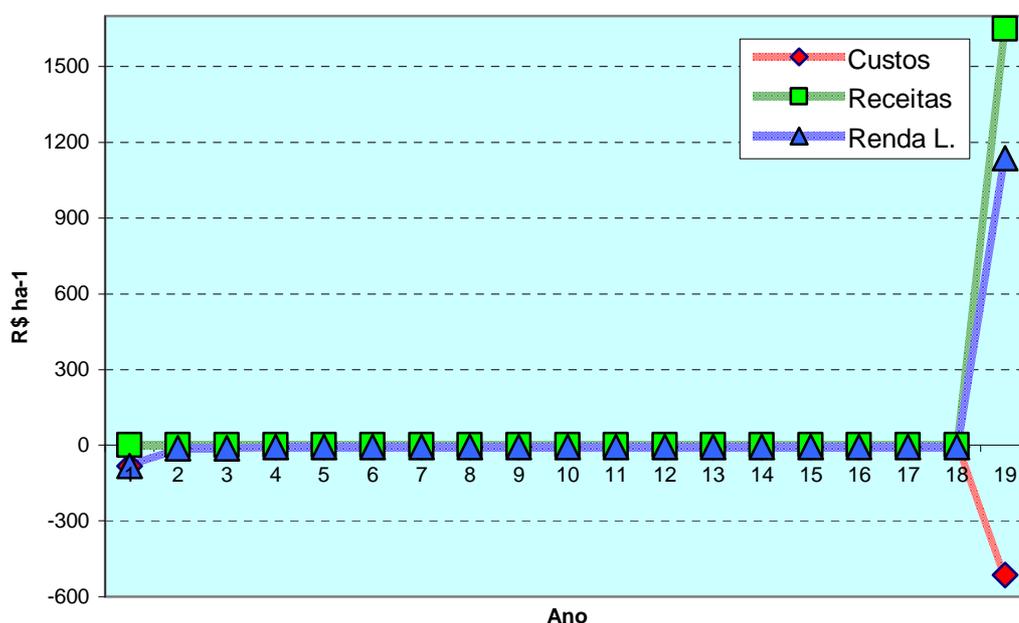
Fonte: o autor.

Diferentemente da castanheira, que produziu frutos comercializáveis a partir do nono ano de plantio, a única receita esperada da cupiúba foi aquela proveniente do corte final da madeira, no vigésimo e último ano do estudo.

No GRÁFICO 19 observa-se que as únicas receitas da cupiúba no SAF M₂ ocorreram no último ano do estudo, no valor de R\$ 1.650,00 ha⁻¹.

Os custos de implantação da cupiúba foram de R\$ 81,50 ha⁻¹ e os custos anuais de manutenção no período compreendido entre o segundo e o décimo – oitavo ano foi de R\$ 6,00 ha⁻¹. No último ano o custo foi de R\$ 514,00 ha⁻¹ (GRÁFICO 19).

GRÁFICO 19 - CUSTOS, RECEITAS E RENDA LÍQUIDA DA CUPIÚBA NO SAF M₂.



Fonte: o autor.

A renda líquida da cupiúba se apresentou negativa desde a implantação (R\$ 81,50 ha⁻¹) até o décimo – oitavo ano, mantendo os mesmos valores dos custos de manutenção, uma vez que nesta fase não houve a geração de receitas. Como já era previsto, o último ano foi o único a apresentar renda líquida positiva, no valor de R\$ 1.136,00 ha⁻¹ (GRÁFICO 19).

2.8.11 Participação dos Componentes Agroflorestais em Relação aos Custos e Receitas Totais

Observa-se na TABELA 4 a participação (%) dos componentes agroflorestais em relação aos custos e receitas totais dos modelos agroflorestais M₁ e M₂.

TABELA 4 – PARTICIPAÇÃO (%) DOS COMPONENTES AGROFLORESTAIS EM RELAÇÃO AOS CUSTOS E RECEITAS TOTAIS DOS MODELOS AGROFLORESTAIS M₁ E M₂.

Componentes	Modelos Agroflorestais			
	M ₁		M ₂	
	Custos	Receitas	Custos	Receitas
Arroz ¹	18	3	-	-
Milho ²	-	-	9	3
Soja ²	-	-	9	2
Mandioca	5	3	6	4
Bananeira	16	2	14	7
Cupuaçuzeiro	16	51	17	51
Pupunheira	25	10	25	11
Castanheira	12	25	12	18
Cupiúba	8	6	8	4
TOTAL (%)	100	100	100	100

1 = plantado somente no SAF M₁; 2 = plantado somente no SAF M₂.

Fonte: o autor.

Os custos das culturas anuais, arroz, milho e soja, representaram 9% cada quando comparados aos custos totais. A mandioca apresentou um valor um pouco menor, 6% no SAF M₁ e 7% no SAF M₂. Entretanto, quando se observa a proporção das receitas, verifica-se que as culturas anuais não superaram os custos, com valores oscilando entre 2 a 4 % (TABELA 4).

A maior desproporção entre os custos e as receitas foi observada na cultura da bananeira no SAF M₁, gerando 16% de custos e somente 2% de receitas. Isto se

deve ao fato que a fertilização realizada na bananeira foi insuficiente para a espécie produzir satisfatoriamente.

Proporcionalmente, o componente com os maiores custos foi a pupunheira (25%), tanto no SAF M₁ como no M₂; e o cupuaçuzeiro foi a espécie com as maiores receitas (51%) nos dois modelos avaliados (TABELA 4).

Gerando mais da metade das receitas do sistema, o cupuaçuzeiro pode ser considerado o componente mais importante, do ponto de vista econômico, dos SAFs estudados, seguido da castanheira e da pupunheira.

2.8.12 Indicadores Financeiros

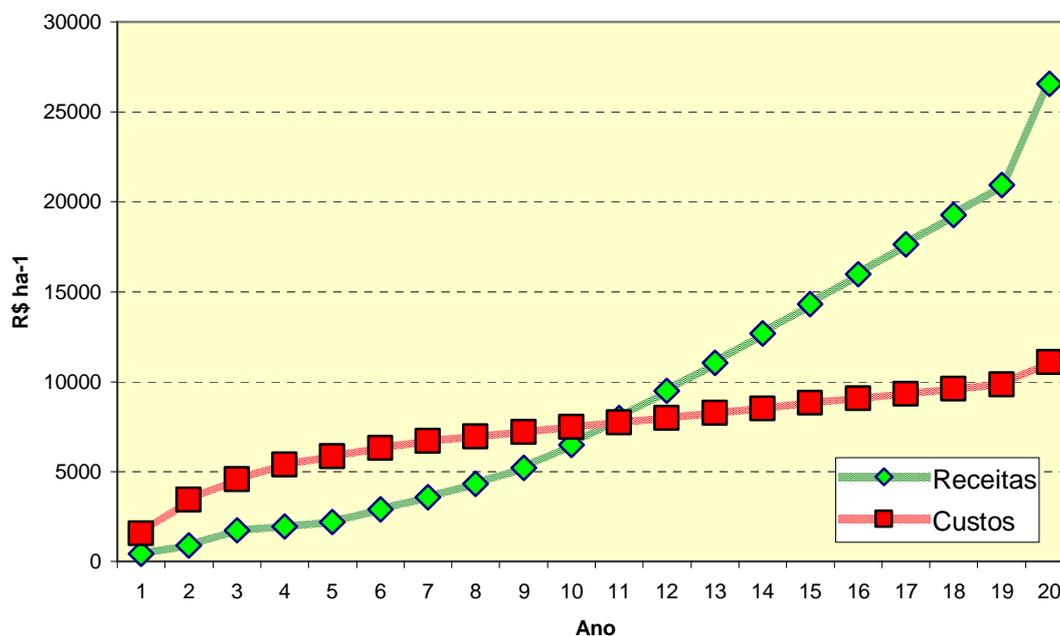
O Tempo de Retorno do Investimento (TRI) para os SAFs M₁ e M₂ durante o período de 20 anos pode ser observado nos GRÁFICOS 20 e 21. Os valores das receitas e dos custos, apresentados nos gráficos, são valores acumulados do primeiro ao vigésimo ano e atualizados a uma taxa de juros de 8%.

Os resultados do Valor Presente Líquido (VPL), Relação Benefício Custo (B/C), Taxa Interna de Retorno (TIR), Valor Atual dos Custos (VAC) e Valor Atual das Receitas (VAR) dos sistemas agroflorestais M₁ e M₂ durante o período de 20 anos podem ser consultados nas TABELAS 5 e 6.

Observa-se no GRÁFICO 20 que o SAF M₁ apresenta valores acumulados das receitas, durante os vinte anos de estudo, de R\$ 26.554,00 ha⁻¹, representando uma média anual de R\$ 1.328,00 ha⁻¹; e os custos totais somaram R\$ 11.102,00 ha⁻¹, observado no ano vinte.

O TRI do sistema M₁ foi de 11 anos, ou seja, nos primeiros dez anos de implantação e manejo do SAF M₁ os custos foram superiores às receitas. A partir do décimo - primeiro até o vigésimo ano todos os custos anuais foram recuperados pela geração de receitas.

GRÁFICO 20 - TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO NO SAF M₁ DURANTE 20 ANOS (VALORES ATUALIZADOS A UMA TAXA DE JUROS DE 8%).



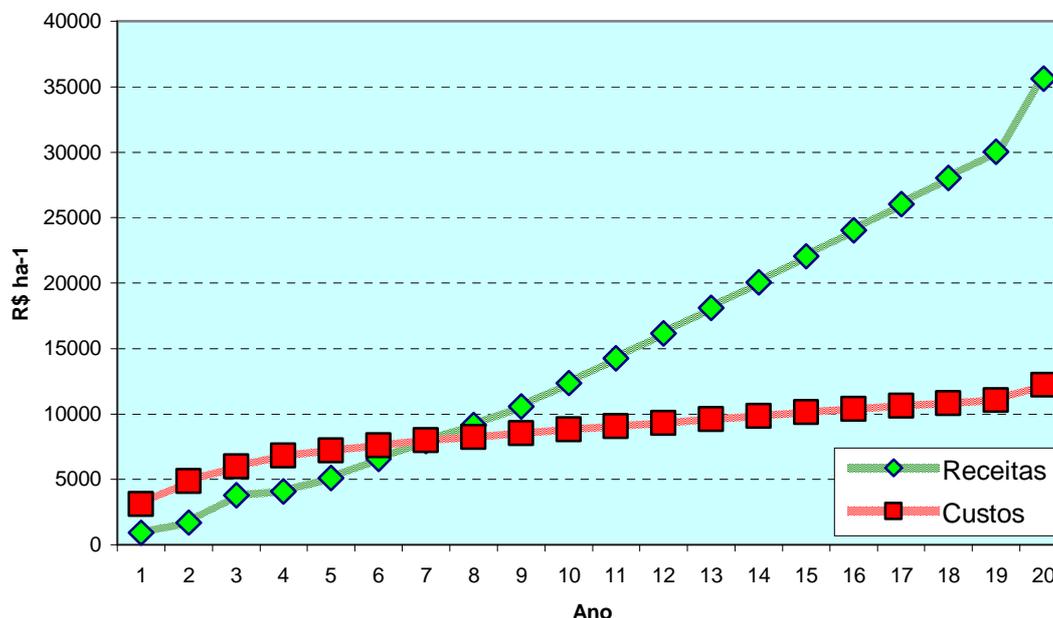
Fonte: o autor.

No GRÁFICO 21 são apresentados os valores totais das receitas e dos custos do SAF M₂ durante os vinte anos de estudo, sendo de R\$ 35.606,00 ha⁻¹ e R\$ 12.215,00 ha⁻¹, respectivamente, observados no ano 20. O total das receitas no SAF M₂ foram 34% superiores às receitas totais do SAF M₁, representando uma média anual de R\$ 1.780,00 ha⁻¹.

O TRI do sistema M₂ foi de 8 anos, ou seja, nos primeiros sete anos de implantação e manejo do SAF M₂ os custos foram superiores às receitas. A partir do oitavo até o vigésimo ano do estudo todos os custos anuais foram recuperados pela geração de receitas. Comparado com o SAF M₁, o TRI do SAF M₂ ocorreu quatro anos antes, ou seja, o produtor rural recupera todo seu capital investido quatro anos antes no SAF M₂ em relação ao SAF M₁.

O TRI nos modelos agroflorestais estudados por SILVA (2000) no município de Benevides, Pará, variou de acordo com o modelo agroflorestal. No modelo composto por cacaueteiro e pupunheira o TRI foi de seis anos e no SAF com cacaueteiro e açazeiro o TRI foi de nove anos.

GRÁFICO 21 - TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO NO SAF M₂ DURANTE 20 ANOS (VALORES ATUALIZADOS A UMA TAXA DE JUROS DE 8%).



Fonte: o autor.

No presente estudo, os cálculos para determinar o TRI nos SAFs M₁ e M₂ foram realizados considerando o valor da diária de R\$ 12,00, taxa de juros de 8 % e a implantação dos SAFs ocorreu nos dois primeiros anos com a semeadura de culturas anuais, esperando-se reduzir os custos de implantação e, conseqüentemente, diminuir o TRI. Entretanto estas medidas não foram suficientes para tornar o TRI mais atrativo ao pequeno produtor, uma vez que, na melhor opção (SAF M₂), o produtor terá que esperar oito anos para começar a ter lucro.

O que se poderia fazer para reduzir o tempo de retorno do investimento? Pode-se elencar algumas práticas de desenho e manejo nos sistemas agroflorestais que poderiam atender a este questionamento:

- o Intensificar o uso de culturas anuais nos modelos agroflorestais. Neste estudo as culturas anuais não apresentaram o rendimento esperado mas este fato não representa o que acontece na região. Deve-se melhorar as

práticas de manejo para cada espécie, otimizar o uso de fertilizantes e mão-de-obra e selecionar variedades mais adequadas para o local de plantio.

- Aumentar a frequência do plantio das culturas anuais. Normalmente o plantio de culturas anuais é viável até o terceiro ano de implantação dos SAFs, uma vez que o crescimento das copas das espécies arbóreas aumenta o sombreamento sobre as culturas agrícolas. Neste caso, deve-se otimizar o plantio de espécies anuais durante o ano, principalmente nos primeiros três anos de implantação desde que seja realizada uma avaliação das condições edáficas com a finalidade de suprir as necessidades nutricionais das culturas anuais. Neste estudo a mandioca poderia ter sido plantada durante três anos, fornecendo duas produções a mais para o sistema.
- Realizar uma detalhada análise técnica das espécies componentes dos SAFs, visando implantar os sistemas em três ou quatro anos. Desta forma, os custos de implantação e mão-de-obra empregada nos sistemas seriam melhor distribuídos, contribuindo para o uso mais intensivo das culturas anuais.
- Desenhar e implantar aléias permanentes nos sistemas agroflorestais visando a produção de culturas anuais durante todo o ciclo do SAF. Deste modo o agricultor deixará de desflorestar novas áreas, para a prática da agricultura de "derruba e queima", além de concentrar seus esforços no SAF.

Observa-se na TABELA 5 que o VPL do SAF M₁ foi negativo nos períodos P₁ e P₂, com valores de R\$ -3.080,00 ha⁻¹ e R\$ -1.709,00 ha⁻¹, respectivamente. Portanto, o SAF M₁ foi considerado inviável economicamente nos primeiros dez anos do estudo.

O VPL apresentou resultados positivos quando foi avaliado nos primeiros quinze anos (R\$ 703,00 ha⁻¹) e durante todo o período (R\$ 3.134,00 ha⁻¹), apresentando viabilidade econômica na terceira e quarta fase de avaliação, ou seja, a partir dos dez anos. Tempo de maturidade produtiva como este é difícil de ser suportado por pequenos produtores, que dependem de renda mais freqüente para se manter. Como pode ser observado no GRÁFICO 20, o SAF M₁ começou a gerar lucro a partir do décimo-segundo ano.

TABELA 5 – VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL), RELAÇÃO BENEFÍCIO CUSTO (B/C), TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR), VALOR ATUAL DOS CUSTOS (VAC) E VALOR ATUAL DAS RECEITAS (VAR) DOS MODELOS AGROFLORESTAIS M₁ E M₂ AVALIADOS EM 4 PERÍODOS DURANTE 20 ANOS.

Indicadores Financeiros	Modelos	Período de Análise (ano)			
		P ₁ (1 a 5)	P ₂ (1 a 10)	P ₃ (1 a 15)	P ₄ (1 a 20)
Valor Presente Líquido VPL (R\$)	M ₁	-3.080,00	-1.709,00	703,00	3.134,00
	M ₂	-2.035,00	981,00	4.069,00	7.006,00
Relação Benefício Custo B/C	M ₁	0,37	0,70	1,11	1,46
	M ₂	0,67	1,14	1,54	1,89
Taxa Interna de Retorno TIR	M ₁	*	-4,85%	10,47%	14,83%
	M ₂	*	14%	21%	23%
Valor Atual dos Custos VAC (R\$)	M ₁	5.255,00	6.232,00	6.751,00	7.290,00
	M ₂	6.623,00	7.583,00	8.113,00	8.482,00
Valor Atual das Receitas VAR (R\$)	M ₁	1.929,00	4.387,00	7.510,00	10.675,00
	M ₂	4.425,00	8.642,00	12.507,00	16.049,00

Obs: Todos os indicadores foram avaliados em uma área de 1 ha. Taxa de juros de 8%. P₁= avaliação realizada nos primeiros cinco anos do SAF; P₂= avaliação realizada nos primeiros dez anos do SAF; P₃= avaliação realizada nos primeiros quinze anos do SAF; P₄= avaliação realizada em todo o ciclo de avaliação do SAF, de 20 anos. * = não foi possível calcular a TIR no período P₁ devido a todos os valores da renda líquida serem negativos.

Fonte: o autor.

No SAF M₂ o VPL só apresentou valores negativos nos primeiros cinco anos (P₁), com o valor de R\$ -2.035,00 ha⁻¹. Nos períodos seguintes houve um aumento crescente do VPL, R\$ 981,00 ha⁻¹ para o P₂, R\$ 4.069,00 ha⁻¹ para o P₃ e R\$ 7.006,00 ha⁻¹ para o P₄ (TABELA 5). Em relação aos resultados do sistema M₁, o VPL no período P₃ foi quase seis vezes maior no SAF M₂ e, considerando todo o período de avaliação, o aumento foi de 224%.

SÁ *et al.*, (2000) estudaram três modelos agroflorestais do projeto RECA, em Nova Califórnia, Rondônia. Utilizando uma taxa de juros de 9% e período de avaliação de 20 anos, encontraram o VPL de R\$ 11.761,89 ha⁻¹ para o modelo agroflorestal composto por 238 plantas ha⁻¹ de cupuaçuzeiro, 60 plantas ha⁻¹ de pupunheira e 60 plantas ha⁻¹ de castanheira, sendo cerca de 60% superior ao resultado encontrado para o SAF M₂. Os outros dois modelos estudados, compostos pelas mesmas espécies descritas anteriormente, mas com diferentes densidades,

apresentaram VPL de aproximadamente R\$ 3.600,00 ha⁻¹, podendo ser comparados aos resultados obtidos neste estudo no SAF M₁.

GAMA *et al.*, (2005) avaliaram três arranjos agroflorestais em Machadinho d'Oeste, Rondônia, por um período de 15 anos. Com uma taxa de juros de 10% a.a. encontraram VPL de R\$ 35.883,65 ha⁻¹ano⁻¹, R\$ 5.334,85 ha⁻¹ano⁻¹ e R\$ 6.584,64 ha⁻¹ano⁻¹ para os modelos T₁, T₂ e T₃, respectivamente. Dos modelos estudados em Rondônia, o modelo T₃, composto por cupuaçuzeiro, pupunheira, bananeira e pimenta-do-reino, foi o que apresentou o VPL semelhante ao SAF M₂.

Nos primeiros dez anos (P₁ e P₂) o SAF M₁ não apresentou uma boa relação B/C, situando-se abaixo do valor de referência (1,00) e, portanto, confirmando sua inviabilidade econômica. Neste caso a relação B/C foi atrativa nos períodos P₃ e P₄, com os valores de 1,11 e 1,46, respectivamente (TABELA 5).

No SAF M₂ o único valor da B/C inferior a unidade ocorreu nos primeiros cinco anos (P₁) do estudo, situando-se em 0,67. Nos períodos seguintes os valores foram de 1,14 (P₂), 1,54 (P₃) e 1,89 (P₄), aumentando gradativamente a cada avaliação (TABELA 5).

SÁ *et al.*, (2000), estudando três modelos agroflorestais compostos por cupuaçuzeiro, pupunheira e castanheira com diferentes densidades, encontraram valores da B/C de 1,92, 1,56 e 1,52. Os melhores resultados, tanto da B/C como do VPL, foram obtidos nos modelos agroflorestais com maior proporção de cupuaçuzeiros em relação aos demais componentes.

GAMA *et al.*, (2005) avaliaram três arranjos agroflorestais em Machadinho d'Oeste, Rondônia. Os valores encontrados para a B/C nos arranjos T₂ e T₃ foram de 1,44 e 1,51, respectivamente, semelhantes aos resultados encontrados para o SAF M₁ (1,46) e inferiores ao SAF M₂ (1,89).

Os estudos de MENDES (1997 e 2003), avaliando sistemas agroflorestais localizados no município de Tomé Açu, Pará, com uma taxa de juros de 8% durante o período de 15 anos, compostos por pimenta-do-reino, maracujá, cacauzeiro, cupuaçuzeiro, mogno e castanheira, obtiveram valores de VPL de R\$ 15.373,11 ha⁻¹ e B/C de 1,87. Estes valores foram simulados para um modelo agroflorestal selecionado por produtores rurais residentes no município do estudo.

Os resultados da TIR para os SAFs M₁ e M₂ podem ser observados na TABELA 5. A TIR não pode ser calculada no período P₁, tanto no SAF M₁ quanto no M₂, porque a renda líquida, diferença entre a geração das receitas e dos custos, apresentou resultados negativos nos primeiros cinco anos. Para que a TIR pudesse

ser calculada no período P_1 seria necessário que pelo menos um dos valores da renda líquida fosse positivo. Portanto os resultados da TIR podem ser verificados somente nos períodos P_2 , P_3 e P_4 .

No SAF M_1 a TIR apresentou uma taxa negativa de -4,85% no período P_2 . Para os períodos P_3 e P_4 as taxas foram de 10,47% e 14,83%, respectivamente. Portanto a maior TIR do SAF M_1 foi de 14,83%, medida durante os vinte anos de estudo.

Os valores da TIR no SAF M_2 foram superiores ao M_1 . Nos primeiros dez anos a TIR alcançou 14%, valor semelhante ao maior valor da TIR obtido no SAF M_1 em todo o período. No período P_3 , a TIR aumentou para 21% e para 23% no período P_4 (TABELA 5). Considerando os vinte anos do estudo, a TIR do SAF M_2 foi 55% superior ao SAF M_1 .

O resultado da TIR encontrado por MENDES (2003), em sistemas agroflorestais localizados no município de Tomé Açu, Pará, avaliados com uma taxa de juros de 8% durante o período de 15 anos, foi de 87%, praticamente quatro vezes maior ao encontrado no SAF M_2 .

A TIR nos modelos agroflorestais estudados por SILVA (2000), com taxa de juros de 8%, no município de Benevides, Pará, variou de acordo com o modelo agroflorestal. No modelo composto por cacaueteiro e pupunheira a TIR foi de 28,38 % e no SAF com cacaueteiro e açazeiro a TIR foi de 19,50 %.

O VAC para o SAF M_1 variou de R\$ 5.255,00 ha^{-1} (P_1) a R\$ 7.290,00 ha^{-1} (P_4) enquanto o VAR oscilou entre R\$ 1.929,00 ha^{-1} e R\$ 10.675,00 ha^{-1} para os períodos P_1 e P_4 do estudo, respectivamente (TABELA 5). Nos períodos P_3 e P_4 , pode-se observar que as receitas passaram a ser maiores que os custos, gerando lucro ao SAF M_1 . Os resultados do GRÁFICO 20 informam que o TRI para o SAF M_1 foi de 12 anos, complementando a discussão.

No SAF M_2 o VAC foi cerca de 20% superior ao SAF M_1 . Nos primeiros cinco anos o VAC foi de R\$ 6.623,00 ha^{-1} , elevando-se gradativamente a R\$ 8.482,00 ha^{-1} quando avaliado em todo o período.

O SAF M_2 apresentou VAR muito superiores ao SAF M_1 , com valores aproximadamente 130% maiores nos primeiros cinco anos (R\$ 4.425,00 ha^{-1}) e 60% considerando todo o período (R\$ 16.049,00 ha^{-1}).

Comparando-se os SAFs M_1 e M_2 constata-se maiores vantagens financeiras no SAF M_2 , onde mesmo apresentando maiores custos iniciais nos primeiros cinco

anos, recupera-se nos períodos seguintes ao gerar receitas suficientes para tornar os indicadores financeiros positivos e superiores ao SAF M_1 (TABELA 5).

Mas será que o sistema mais rentável financeiramente é, necessariamente, a melhor opção para o produtor rural? Este questionamento só poderá ser respondido pelo produtor rural após avaliar se haverá a possibilidade de assumir os maiores custos de implantação do SAF tipo M_2 , mais exigente em insumos e atividades de mão-de-obra ou escolher o SAF tipo M_1 , que apresenta menor rentabilidade, mas dispensa a utilização de maquinário e exige menor quantidade de insumos.

Deste modo é possível saber que, em muitos casos, o melhor modelo agroflorestal é aquele que está ao alcance da realidade local e da capacidade de realizar práticas culturais em conformidade com as possibilidades regionais do produtor de baixa renda da Amazônia. E nestes casos, o SAF tipo M_1 , viável financeiramente, embora com resultados inferiores ao SAF M_2 , também poderá ser uma opção para o produtor rural.

2.9 CONCLUSÕES

- Os SAFs avaliados são viáveis financeiramente;
- Os SAFs estudados, face a sua composição multifuncional, geraram receitas em todos os anos do estudo;
- Os maiores custos dos SAFs ocorrem nos três primeiros anos de implantação devido a maior demanda de práticas culturais e insumos;
- A demanda de mão-de-obra dos SAFs é maior na fase de implantação, diminuindo ao longo do estudo face a redução de demandas culturais;
- Os componentes agroflorestais mais exigentes em mão-de-obra são a mandioca, o ingazeiro, o cupuaçuzeiro e a pupunheira;
- As espécies mais exigentes em insumos são o arroz, o milho, a soja, a bananeira e a cupiúba;
- Os benefícios gerados pelas culturas anuais não foram suficientes para neutralizar os custos dos sistemas avaliados, exceto a mandioca, cultura de ampla tradição na Amazônia, que foi capaz de amortizar os custos de implantação dos SAFs;
- A bananeira só apresenta lucratividade quando manejada com elevado nível de insumos (adubos e fertilizantes), apresentando alto potencial de adotabilidade;
- Considerando-se o desempenho cultural e econômico do cupuaçuzeiro, afirma-se que este componente deve ser considerado prioritário para compor SAFs na região;
- A pupunheira, juntamente com o cupuaçuzeiro, com produção regular e constante, são componentes que representam confiabilidade na geração de receitas dos SAFs;
- A produção de frutos da castanheira é mais importante que a venda de sua madeira;
- A utilização da madeira da cupiúba potencializa o aumento da lucratividade dos SAFs;
- O tempo de retorno do investimento nos SAFs avaliados permitem concluir que o período de imaturidade verificado pode representar um obstáculo para sua adoção;
- Em termos econômicos, o cupuaçuzeiro representa a espécie de maior importância econômica dos sistemas agroflorestais avaliados.

2.10 RECOMENDAÇÕES

- Intensificar a frequência de semeadura das culturas anuais nos modelos agroflorestais nos primeiros três anos de implantação dos SAFs, desde que seja realizada uma avaliação das condições edáficas com a finalidade de suprir as necessidades nutricionais das culturas anuais.
- Melhorar as práticas de manejo para cada espécie, otimizando o uso da mão-de-obra e de insumos, selecionando variedades mais adequadas para o local de plantio.
- Distribuir a implantação dos SAFs nos primeiros quatro anos visando dividir os custos e otimizar a semeadura das culturas anuais.
- Implantar aléias permanentes (utilizando espécies florestais, preferencialmente leguminosas) nos sistemas agroflorestais visando a produção de culturas anuais durante todo o ciclo do SAF.
- Desenhar SAFs e definir a densidade dos seus componentes observando a proporcionalidade entre as espécies de maior valor em relação às de menor valor econômico, respeitando as características edafoclimáticas, biofísicas e demais critérios para sua seleção.
- Inserir uma disciplina sobre sistemas agroflorestais nos cursos de Agronomia e Biologia, criar um curso de pós-graduação em SAFs, oferecer estágios regulares e programar atividades conjuntas entre as instituições de ensino e pesquisa, visando fortalecer e orientar a formação profissional.

2.11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, E.; SABOGAL, C.; BRIENZA JÚNIOR, S. **Recuperação de Áreas Alteradas na Amazônia Brasileira: experiências locais, lições aprendidas e implicações para políticas públicas**. CIFOR, Belém, Pará. 2006. 202 p.
- ARCO-VERDE, M. F.; MOURÃO JÚNIOR, M. Época de produção da pupunha (*Bactris gasipaes*) como componente de sistemas agroflorestais em Roraima. **Comunicado Técnico** n. 19. Embrapa Roraima. Boa Vista, Roraima. 5 p. 2003a.
- ARCO-VERDE, M. F.; MOURÃO JÚNIOR, M. Produção de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) como componente de sistemas agroflorestais em Roraima. **Comunicado Técnico** n. 16. Embrapa Roraima. Boa Vista, Roraima. 5 p. 2003b.
- BAQUERO, H. I. Evaluación económica de proyectos agroforestales. In: TALLER SOBRE DISEÑO ESTADÍSTICO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA DE PROYECTOS AGROFORESTALES, 1986, Curitiba. **Taller sobre...** Curitiba: FAO para América Latina y Caribe, 1986. 142 p. (Documento de Apoyo).
- BASA. **Fundo Constitucional de Financiamento do Norte – FNO, Manual de orientação aos beneficiários do setor rural**. Banco da Amazônia S.A. Belém, PA, 1999. 23 p.
- BORGES, A. L. *et al.* **O Cultivo da banana**. EMBRAPA-CNPMP. Cruz das Almas. 1997. 109 p.
- BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos: uma apresentação didática**. Elsevier Editora Ltda, 24ª reimpressão. Rio de Janeiro. 1984. 266 p.
- CASTILLO, W.G. Como aplicar los conceptos de costo de oportunidad y costo-beneficio para la toma de decisiones en la producción agroforestal? **Agroforestería en las Américas**, CATIE, Turrialba, Costa Rica. vol. 7, n. 28, p. 26-28. 2000.
- CLEMENT, C. R.; CLAY, J. W.; TARSO, P. **Biodiversidade amazônica: exemplos e estratégia de utilização**; Programa de Desenvolvimento Empresarial e Tecnológico. 1999.
- CORDEIRO, A. C. C. Linhagens promissoras de arroz de terras altas para Roraima no período de 1997 a 2001. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DO ARROZ, 1. REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ - RENAPA, 7, agosto de 2002. **Anais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. v. 1, p.192-193.(Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 134).
- CORDEIRO, A. C. C.; MEDEIROS, R. D. de; PEREIRA, P. R. V. da S.; MOREIRA, M. A. B. Orientações técnicas para o cultivo do arroz de terras altas em Roraima. **Circular Técnica** n. 1, Boa Vista, Roraima, 21 p. 2003.
- EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 412 p., 1999.

FASSBENDER, H. W. **Modelos edafológicos de Sistemas Agroforestales**. Série de Materiales de Enseñanza n°. 29. Turrialba, Costa Rica. 1993. 491 p.

GAMA, M. M. B; SILVA, M. L. da; VILCAHUAMAN, L. J. M.; LOCATELLI, M. Análise econômica de sistemas agroflorestais na Amazônia Ocidental, Machadinho d'Oeste – RO. **Revista Árvore**, Viçosa, MG. v. 29, n.3, p. 401-411, 2005.

GAMA, M. M. B. **Análise técnica e econômica de sistemas agroflorestais em Machadinho d'Oeste, Rondônia**. 2003, 112 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

HIRSCHFELD, H. **Engenharia econômica e análise de custos: aplicações práticas para economistas, engenheiros, analistas de investimentos e administradores**. São Paulo. Atlas, 6ª edição. 1998. 407 p.

KRISHNAMURTHY, L.; ÁVILA, M. **Agroforestería Básica**. Série Textos Básicos para la Formación Ambiental n°. 3. PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). México, D.F., México. 1999. 340 p.

LEONE, G. S. G. **Custos: planejamento, implantação e controle**. São Paulo, Atlas, 1981. 512 p.

LOUMAN, B.; QUIRÓS, D.; NILSSON, M. Silvicultura de Bosques Latifoliados Húmedos con Énfasis en América Central. Série Técnica, **Manual Técnico** n°. 46. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 265 p. 2001

MACDICKEN, K. G.; VERGARA, N. T. **Agroforestry: classification and management**. A Wiley-Interscience Publication. United States of America. 1990. 382 p.

MATTOS, P. L. P. de; GOMES, J. C. **O Cultivo de Mandioca**. - Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas, BA. 2000

MENDES, F.A.T. **A sustentabilidade sócio-econômica das áreas cacauceiras na Transamazônica: uma contribuição ao desenvolvimento regional**. Piracicaba, 1997. 105 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Departamento de Economia e Sociologia Rural, Escola Superior Luiz de Queiroz/ USP.

MENDES, F.A.T. Avaliação de modelos de SAFs em pequenas propriedades selecionadas no município de Tomé-Açú, Estado do Pará. In: IV Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, 2002, Ilhéus, Bahia. **Anais** do IV Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais. CEPLAC. 3 p.

MENDES, F.A.T. Avaliação de modelos simulados de sistemas agroflorestais em pequenas propriedades cacauceiras selecionadas no município de Tomé-Açú, no Estado do Pará. **Informe Gepec**, Toledo, Paraná, v. 07, n. 1, p. 118 – 144, 2003.

MENDES, J. T. G. **Economia Agrícola: Princípios Básicos e Aplicações**. Curitiba, Editora ZNT Ltda, 2ª. Edição. 1998. 458 p.

MENDES, J. T. G. **Economia: Fundamentos e Aplicações**. São Paulo. Prentice Hall. 2004. 309 p.

MIRANDA, E. E. de; COUTINHO, A. C. (Coord.). [CD Brasil Visto do Espaço](#). Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP. 2004.

MORA-URPÍ, J. El pejibaye (*Bactris gasipaes*): origen, biología floral y manejo agronómico. In: Reunión sobre palmeras poco utilizadas de América Tropical, 1983, Turrialba. **Informe de la reunión...** Turrialba: FAO/ CATIE, 1984. p. 118-160.

MORA-URPÍ, J.; CLEMENT, C. R.; PATINO, V. M. Diversidad genética em pejibaye I: Razas e híbridos. In: Congreso Internacional sobre Biología, Agronomía e Industrialización del Pijuayo, 1991, Iquitos. **IV Congreso...** San José: Universidad de Costa Rica, 1993, p. 73-80.

MOURÃO JÚNIOR, M. *et al.* Precipitação pluviométrica em áreas de transição savana-mata de Roraima: campos experimentais Serra da Prata e Confiança. **Comunicado Técnico** n. 17. Embrapa Roraima. Boa Vista, Roraima. 2003. 7 p.

MULLER, C.H. *et al.* **Cupuaçu**. Coleção Plantar; 24. EMBRAPA-SPI. Brasília. 1995. 61 p.

NAIR, P. K. R. **An Introduction to Agroforestry**. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. 1993. 499 p.

RAINTREE, J. B. **Diseño de sistemas agroforestales para el desarrollo rural: el enfoque D y D de ICRAF**. Nairobi: ICRAF, 1984. 20 p.

RAINTREE, J. B. Agroforestry diagnosis and design: overview and update. In: BUD, W. W. *et al.* (Ed.). **Planning for agroforestry**. Dordrecht: Elsevier, 1990, p. 35-57.

RIBEIRO, G.D. **A cultura do cupuaçuzeiro em Rondônia**. EMBRAPA-Rondônia. Rondônia, 1992. 32 p.

ROCHA, S. **Pobreza no Brasil: afinal, de que se trata?** Rio de Janeiro, Editora FGV. 2003. 244 p.

SÁ, C. P. de; SANTOS, J. C. dos; LUNZ, A. M. P.; FRANKE, I. L. Análise financeira e institucional de três principais sistemas agroflorestais adotados pelos produtores do Reca. **Circular Técnica**, n^o. 33. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 12 p.

SANTOS, G. J. dos; MARION, J. C.; SEGATTI, S. **Administração de custos na agropecuária**. São Paulo, Atlas, 3^a. ed., 2002. 165 p.

SANTOS, J. C. dos; CAMPOS, R. T. Metodologia para análise de rentabilidade e riscos de sistemas agroflorestais. **Documentos**, 47. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 16 p.

SANTOS, M. J. C. Avaliação econômica de quatro modelos agroflorestais em áreas degradadas por pastagens na Amazônia Ocidental. 2000. 75 f. **Dissertação**

(Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SANTOS, M. J. C.; PAIVA, S. N. Os sistemas agroflorestais como alternativa econômica em pequenas propriedades rurais: Estudo de Caso. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.12, n. 1, p. 135 - 141. 2002.

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

SEGURA, E. *et al.* Contribución de las tecnologías agroflorestales a la economía y el bien estar de los pequeños productores en tierras de ladera en El Salvador. **Agroforestería en las Américas**, CATIE, Turrialba, Costa Rica, vol. 7, n. 26, p. 10-13. 2000.

SEPLAN. Indicadores de Crescimento e Desenvolvimento do Estado de Roraima. http://www.rr.gov.br/investidor/indicadores_crescimento_desenvolvimento_2006.doc. Acesso em 18 de março de 2008.

SCHWENGBER, D. R.; SMIDERLE, O. J.; MATTIONI, J. A. M. Mandioca: recomendações para o plantio em Roraima. Embrapa Roraima, Boa Vista. **Circular Técnica** n. 5, 2005. 30 p.

SILVA, I. C. Viabilidade agroeconômica do cultivo do cacaueteiro (*Theobroma cacao* L.) com açazeiro (*Euterpe oleraceae* Mart.) e com pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) em sistema agroflorestal na Amazônia. 2000, 143 f. **Tese** (Doutorado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná.

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

TONINI, H.; ARCO-VERDE, M. F. O crescimento da castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) em Roraima. **Comunicado Técnico** n. 5. Embrapa Roraima. Boa Vista, Roraima. 6 p. 2004.

WAQUIL, P. D.; FINCO, M. V.; MATTOS, E. J. Pobreza rural e degradação ambiental: uma refutação da hipótese do círculo vicioso. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, abril/junho, vol. 42, n. 2, p. 317-340. 2004.

WIKIPEDIA. Disponível em <http://pt.wikipedia.org/wiki/Roraima>. Acesso no dia 18 de março de 2008.

CAPÍTULO III

PROGNOSES SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NO ESTADO DE RORAIMA

SUSTENTABILIDADE BIOFÍSICA E SOCIOECONÔMICA DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

3 CAPÍTULO 3: PROGNOSES SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NO ESTADO DE RORAIMA

3.1 INTRODUÇÃO

Os planos de desenvolvimento para a Amazônia, principalmente nas décadas de 80 e 90, vêm alocando recursos, principalmente, para as atividades de pecuária de corte e a exploração madeireira. Entretanto, com uma visão setorial e desarticulada, estes planos ocasionaram o superdimensionamento de empresas, redundando na perda de produtividade e desativação de alguns setores, como o da borracha, do cacau, das fibras (juta e malva) e da ineficiente pecuária de corte (SANTANA, 1998).

Acredita-se que, para se obter o crescimento da economia no meio rural na região Amazônica, deve-se organizar as cadeias produtivas com base em planejamento e compatibilização das atividades agropecuárias em cada região; investimento na pesquisa de tecnologias sustentáveis; maior treinamento e capacitação da mão-de-obra; disponibilidade da matéria-prima; aumento da agroindustrialização e, conseqüentemente, maior agregação de valor aos produtos; e potencialidade para competir nos mercados interno e externo.

Neste contexto, é importante desenvolver agroindústrias de: a) produtos de origem vegetal - palmito; óleos, especiarias, polpa e suco de frutas (dendê, pimentado-reino, cupuaçu, acerola, laranja, maracujá, entre outras); b) produtos de origem animal - carne, laticínios e curtume; c) produtos de madeira - movelaria, laminados, compensados, aglomerados, papel e celulose; d) pesca artesanal – produção, beneficiamento, frigorificação e comercialização (SANTANA, 1998).

Das possibilidades citadas anteriormente, os sistemas agroflorestais são uma opção viável para desenvolver o meio rural amazônico, compatibilizando os fatores

produtivos, a conservação dos recursos naturais e o respeito às características culturais dos produtores rurais.

As pesquisas com sistemas agroflorestais concentram-se nos aspectos biofísicos e sócio-econômicos, sendo importante ampliar os estudos sobre a análise financeira e prognose para novos modelos como forma de aumentar a aceitabilidade e definir parâmetros que possam respaldar modelos agroflorestais mais eficientes propostos aos produtores rurais.

Estudos de prognoses de SAFs são importantes para melhorar o planejamento e dimensionar adequadamente as necessidades de mão-de-obra e insumos, assim como identificar precocemente os problemas e dificuldades de modelos agroflorestais utilizados em comunidades rurais. Desta forma, a prognose permite ao produtor rural corrigir antecipadamente suas atividades e, conseqüentemente, otimizar a mão-de-obra e a matéria-prima disponíveis, obtendo maior rentabilidade do SAF.

3.2 PROBLEMA

A Amazônia não se industrializou ao longo do século XIX e princípios do século XX porque todo o desenvolvimento da região ocorreu em bases extrativistas. Apesar de gerar uma receita cambial muito grande, a maioria desses recursos era transferido, via monopólio bancário, para o sul e sudeste do país, onde ocorria a industrialização dos produtos da Amazônia, principalmente a borracha (SANTOS, 2000).

Os reflexos dessa fase econômica ainda podem ser sentidos no início do século XXI, onde dificilmente são encontradas áreas industrializadas nas cidades localizadas no interior dos estados da Amazônia. Constata-se, na maioria dos municípios da região, o baixo nível tecnológico, a falta de mão-de-obra especializada, a carência de investimentos financeiros e a falta de perspectivas a curto prazo.

Recentemente, os programas governamentais buscaram estabelecer famílias no meio rural amazônico, por meio de projetos de assentamento e colonização, os quais apresentaram muitas debilidades tanto a respeito do planejamento quanto à

execução propriamente dita, como p. ex., escolha inadequada do local, dificuldade de acesso aos lotes demarcados, impossibilidade para o transporte e comercialização dos produtos agrícolas durante os meses chuvosos, e assistência técnica e política de crédito insuficientes.

Uma das causas para as falhas ocorridas nos programas foi a falta de informações sobre a região, desconsideração dos aspectos culturais das famílias e informações insuficientes sobre as principais características das espécies e dos sistemas de produção a serem indicados.

Em Roraima, a dificuldade de abastecimento e a falência dos grandes projetos agropecuários reafirmam que os modelos de desenvolvimento propostos para a agricultura são inadequados à realidade do estado (SARAGOUSSI, 1993).

Analisando-se as linhas de crédito oferecidas pelas instituições bancárias, percebe-se que há poucas opções para os produtores que pretendem trabalhar com sistemas agroflorestais, como p.ex., o PROCERA²⁰ e PRORURAL²¹ (BASA, 1999). Isto acontece porque faltam resultados dos indicadores financeiros dos SAFs, causando um impedimento para a criação e liberação de empréstimos para a implantação de sistemas agroflorestais, uma vez que os bancos não sabem como avaliar a viabilidade financeira dos projetos agroflorestais devido à falta de informações respaldadas pela pesquisa agropecuária.

3.3 JUSTIFICATIVA

Procurou-se evidenciar, neste capítulo, as oportunidades e riscos dos modelos agroflorestais, resultado da percepção dos SAFs estudados ao longo do tempo. Por meio de prognoses, apresentam-se informações relevantes para o produtor rural analisar o mercado e diminuir riscos e perdas futuras.

Os sistemas agroflorestais, quando corretamente desenhados e manejados, são indicados para diminuir a pressão sobre as florestas e mitigar a pobreza, atendendo, de forma sustentável, às necessidades de segurança alimentar para as

²⁰ Programa de Apoio à Reforma Agrária.

²¹ Programa de Apoio à Pequena Produção Familiar Rural Organizada.

famílias dos produtores rurais. Esta recomendação é compartilhada entre gestores e formadores de opinião de diversos segmentos da Amazônia, como p.ex., João Pedro Stédile, representante do MST²², Marina Silva, Ministra do Meio Ambiente, e Philip Fearnside, pesquisador do INPA²³ (STEDILE, 2000; SILVA, 2000; FEARNSIDE, 2000).

Os sistemas agroflorestais, na medida em que representam possibilidades sustentáveis de uso da terra, adequam-se precisamente na estratégia e prioridade do desenvolvimento equilibrado, desejado para as zonas rurais de Roraima. Desta maneira, as tecnologias agroflorestais são ferramentas promissoras para melhorar o bem-estar da população rural e conservar seus recursos naturais; contribuir na redução da taxa de desflorestamento e conservar a biodiversidade. Potencializam também oportunidades significativas para a segurança alimentar com a oferta de múltiplos produtos, favorecendo ainda o ingresso de renda adicional para o produtor e sua família.

Um dos fatores importantes para selecionar modelos agroflorestais viáveis financeiramente é conhecer, previamente à implantação, os custos de cada fase, a demanda de mão-de-obra e a rentabilidade do SAF, permitindo comparar estes indicadores com os de outros sistemas de produção.

Apresentar os resultados da análise financeira de SAFs locais aos produtores de maneira que estes percebam sua viabilidade e potencialidade, assim como aos representantes de instituições bancárias e gestores públicos facilitará a adotabilidade e a abertura de linhas de crédito e programas de desenvolvimento específicos calcados em práticas multiculturais, agrícolas e florestais, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida dos produtores de baixa renda do estado de Roraima.

Em Roraima, há crescente demanda por estudos sobre avaliação dos sistemas agroflorestais no que diz respeito a seus componentes, modelos e viabilidade econômica. Tais sistemas poderiam ser implantados em áreas que já foram desflorestadas e que se encontram abandonadas e/ou degradadas, proporcionando melhor uso e aproveitamento de áreas consideradas "improdutivas", diminuindo a necessidade de novos desflorestamentos.

²² MST: Movimento dos Trabalhadores Sem-Terra.

²³ INPA: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

3.4 HIPÓTESES

- A prognose para sistemas agroflorestais, favorece o planejamento de acordo com a perspectiva de rentabilidade e agregação de valor.
- Variações de preços na ordem de +10%, +20% e -10%, -20% sobre valores de referência dos modelos agroflorestais estudados para os custos totais, custos de mão-de-obra, custos de insumos, total de receitas e a variação dos preços do cupuaçu, não inviabilizam economicamente os modelos agroflorestais avaliados.
- O beneficiamento de produtos para agregação de valor aumentará a rentabilidade de sistemas agroflorestais.
- Um sistema agroflorestal que utiliza técnicas de preparo de área e seleciona adequadamente suas espécies e atividades de manejo possibilita a segurança alimentar das famílias dos produtores rurais.

3.5 OBJETIVOS

3.5.1 Objetivo Geral

- Avaliar diferentes cenários para os modelos agroflorestais apresentados, e identificar sua sensibilidade às variações nos custos e receitas, considerando sua rentabilidade, sustentabilidade e agregação de valor ao longo do tempo.

3.5.2 Objetivos Específicos

- Avaliar o uso da prognose como meio para o planejamento e adequação do processo produtivo-econômico.
- Estimar as variações dos indicadores financeiros, por meio de uma análise de sensibilidade, de acordo com possíveis alterações de preço na ordem de +10%, +20% e -10%, -20% sobre valores de referência dos modelos agroflorestais estudados (custos totais, custos de mão-de-obra, custos de insumos, total de receitas e a variação dos preços do cupuaçu).
- Avaliar a importância da agregação de valor, com o uso de polpa de cupuaçu, sobre o desempenho econômico dos modelos agroflorestais considerados.
- Elaborar e avaliar um modelo agroflorestal otimizado com práticas agrossilviculturais apropriadas para o sistema de produção e para produtores rurais.

3.6 REVISÃO DE LITERATURA

3.6.1 A Comercialização de Produtos Agropecuários na Amazônia

Um dos mais conhecidos problemas na comercialização de produtos agropecuários na Amazônia começou quando o súdito britânico Henry Alexandre Wickman, a bordo do navio inglês Amazonas, deixou o porto de Manaus levando de contrabando 70.000 sementes de seringueira do vale do Tapajós para o sudoeste asiático. Isto ocorreu em 1876 e, em menos de meio século, com a ajuda dos fabricantes de pneus Charles Goodyear e Michelin Dunlop, a economia da borracha no Brasil deixou de ser o principal produto de exportação da Amazônia, para praticamente ser considerada mais uma atividade extrativista com baixo impacto econômico na região (MOREL, 1984).

Em 1910, a economia da borracha representava 40% das exportações brasileiras, mesmo sendo uma atividade extrativista, de baixa produtividade, e sem uma adequada infra-estrutura para escoar eficientemente a produção (CANO, 2000).

O extrativismo da borracha, a partir de 1985, apesar dos esforços dos movimentos ambientalistas, vem apresentando decréscimo na quantidade extraída. A baixa produtividade da terra e da mão-de-obra, em relação aos valores de salários mínimos vigentes, está estrangulando o extrativismo da seringueira mais do que a própria expansão dos plantios domesticados, induzindo ao plantio de culturas anuais. No caso dos seringais de cultivo, a baixa produtividade relativa, devido ao nível tecnológico prevalente, constitui ainda grande limitação quanto a sua economicidade (HOMMA, 1993).

Já as primeiras experiências para a introdução da juta no Brasil ocorreram em 1902, no estado de São Paulo, para atender a demanda de sacaria para a exportação de café. A introdução da cultura da juta, na década de 30, nos estados do Amazonas e Pará caracterizou a atividade de pequenos produtores nas várzeas da Amazônia e a forte influência da tecnologia gerada pelos japoneses (HOMMA, 1998).

A Segunda Guerra Mundial, apesar de ter provocado a desorganização do processo de produção dos colonos japoneses, favoreceu a dinamização dos plantios

de juta na Amazônia, a qual atingiu a auto-suficiência em 1952. A expansão da juta foi favorecida pelo excedente de mão-de-obra gerado pelo extrativismo da seringueira (HOMMA, 1998).

A malva, planta nativa e abundante na zona bragantina do estado do Pará, foi valorizada para a produção de fibras principalmente devido à expansão da estrada de Ferro de Bragança, construída entre 1883 e 1908, e com a construção da rodovia Belém-Brasília, na década de sessenta (HOMMA, 1998). Cultivada em terra firme e produzindo logo após a safra da juta, a malva funcionava como reguladora da oferta e do preço de fibra, atingindo a produção de 18.000 t em 1956.

O declínio da produção de fibras de juta e malva na Amazônia, como sistema agrícola, está relacionado a: i) diminuição nos preços pagos pela fibra e falta de investimentos na estrutura produtiva; ii) internacionalmente, as transformações tecnológicas, principalmente na década de 60, com a oferta de sacos de plástico, mais leves, baratos, resistentes e com economia de escala, era um forte concorrente aos sacos de fibras vegetais; iii) diminuição da oferta de mão-de-obra, a qual se deslocou para a Zona Franca de Manaus, para a construção da Hidrelétrica de Tucuruí, para a implantação do Programa Grande Carajás, e para as áreas de garimpo, extração de bauxita e alumínio.

O desenvolvimento da cultura da pimenta-do-reino está intimamente relacionada a imigração japonesa na Amazônia, que teve início em 1929, em Tomé-Açú, Pará. No início, a comercialização da pimenta no estado do Pará era bastante difícil e se restringia à venda em pequena quantidade para comerciantes locais. Somente no fim da Segunda Guerra Mundial, em 1945, com o substancial aumento de preço de venda, a pimenta-do-reino passou a ter importância econômica, ocupando o terceiro lugar no volume de vendas (10% do total), em 1947, e mantendo-se em primeiro lugar de 1950 a 1981.

Em 1955, a produção de pimenta-do-reino conseguiu atingir a auto-suficiência nacional. Normas com especificações técnicas para a padronização, classificação e comercialização do produto foram elaboradas e aprovadas ao longo da década de 70 e início dos anos 80, considerando a pimenta um dos dez produtos de origem vegetal mais importantes na pauta de exportação.

Um dos maiores problemas encontrados pelos produtores de pimenta-do-reino foi o aparecimento do *Fusarium* sp., a partir da década de 60. Para compensar as perdas na produção e a redução da vida útil dos plantios, os produtores

passaram a ter pimentais com diversas faixas de idade. De forma geral, os plantios de pimenta-do-reino produziam ciclos de prosperidade de cerca de 8 anos para, em seguida, iniciar uma curva de declínio de produção.

Para minimizar os problemas do baixo preço e da alta demanda de mão-de-obra para o cultivo da pimenta, os produtores diversificaram suas atividades, cultivando o mamão hawai, melão, acerola, laranja, dendê, cupuaçu, maracujá, atividade pecuária e outras frutíferas exóticas.

A grande contribuição dos agricultores japoneses na Amazônia foi introduzir fertilizantes químicos e a mecanização agrícola, num ambiente onde predominava o sistema tradicional de derruba e queima. A experiência da imigração japonesa na Amazônia, bem como a dos colonizadores do centro-sul do Brasil mostraram que podem sofrer um processo de regressão técnica, em comparação com a região de origem, adaptando-se a um novo conjunto de circunstâncias. Esta experiência também mostra que as culturas têm um ciclo de vida determinado pelo mercado, em que não adianta insistir em sua permanência.

A extração madeireira na Amazônia representa um exemplo de extrativismo puro. A abundância do estoque de recurso natural, ou a onerosa adoção do processo com tecnologia de domesticação, dificulta a produção domesticada. O caso do extrativismo da madeira é um exemplo típico em que praticamente toda a produção é proveniente da extração do estoque existente. O processo domesticado pode ter custos mais elevados para o atual estágio de tecnologia, mas a sua adoção e difusão dependerão sempre do recurso extrativo existente. As políticas envolvidas no processo de domesticação têm grande influência na sua expansão. Quando os interesses extrativos são bastante fortes, as políticas são orientadas para proteger o setor, apesar dos altos custos de extração e eventual esgotamento dos recursos (HOMMA, 1993).

A demanda de terra agricultável, considerando-se a expansão da fronteira agrícola e o crescimento populacional, torna-se a causa mais importante da diminuição de reservas florestais existentes. A madeira, considerada extrativismo do aniquilamento, avança com a própria oferta de terra agricultável, ao contrário do extrativismo de coleta, que depende do estoque remanescente da floresta primária.

A recente ocupação da Amazônia deve ser vista no contexto da acumulação de capital e da modernização, e não em termos de desenvolvimento, uma vez que a apropriação recente de seus recursos naturais renováveis e não-renováveis resultou

na destruição maciça do seu patrimônio natural, e na marginalização da maioria das populações locais (DIEGUES, 1999).

O processo mais importante subjacente ao desflorestamento é a incorporação econômica acelerada. Duas dimensões deste processo precisam ser enfatizadas:

i) a dimensão ideológica expressa durante 20 anos do regime militar (de 1964 a 1984), onde a região amazônica, representando 60% do território nacional deveria ser ocupada a qualquer custo. Desde a década de 70, esta ideologia foi expressa nos grandes programas de desenvolvimento tais como o Programa de Integração Nacional (PIN). Estradas como a Transamazônica e a Perimetral Norte foram iniciadas e parcialmente concluídas e o financiamento de empreendimentos agropecuários representou uma síntese da política governamental nos anos 70.

A fim de ocupar a região, o Governo estimulou a chegada de produtores rurais sem terra do nordeste e do sul do país. Centenas de milhares de colonos de áreas subtropicais foram atraídos para a região amazônica, sem o conhecimento de práticas agrícolas adequadas a um ambiente de floresta tropical. Parte destes novos colonos chegou espontaneamente, atraídos pela propaganda de terras baratas, assentados em áreas com solo de baixa fertilidade, sem uma adequada infraestrutura e carência de serviços básicos (extensão rural e comercialização), resultando no fracasso desses assentamentos (CANO, 2000).

ii) o segundo aspecto da ideologia dos militares considerava que a Amazônia poderia ser usada para resolver os problemas da reforma agrária do país. No final da década de 60, a mecanização nos estados do sul agravou ainda mais a concentração de terras, obrigando os pequenos produtores a venderem suas propriedades. Como resultado, a migração da zona rural somente do estado do Paraná foi de 2,5 milhões de pessoas na década de 70, iniciando a derrubada da floresta para praticar a agricultura (DIEGUES, 1999).

As tentativas para implantar a reforma agrária encontraram uma forte oposição por parte dos grandes proprietários de terras e latifundiários, causando um aumento do desflorestamento, uma vez que os latifundiários queimaram grandes áreas de floresta para demonstrar que suas terras estavam sendo usadas produtivamente. A estratégia de ocupar a Amazônia a qualquer preço foi respaldada por uma série de incentivos fiscais à agropecuária, excetuando a produção de látex e coleta de castanha pela população tradicional, consideradas atividades atrasadas e que não ocupavam efetivamente o território (DIEGUES, 1999).

Desde 1966, quando os incentivos foram criados, cerca de 580 projetos foram aprovados nas áreas de agricultura e pecuária, ocupando uma área de 9 milhões de hectares. Estudos realizados pelo IPEA²⁴, em 1986, concluíram que dos 92 projetos analisados, somente 3 eram rentáveis. Na década de 80, os interesses de grandes empresas e do governo direcionavam os investimentos para projetos minerais para a industrialização da fronteira agrícola, visando a exploração de recursos naturais concentrados particularmente na Serra do Carajás. Tais projetos receberam, ao longo da década, incentivos fiscais e financeiros que foram aplicados em imensos latifúndios, com baixa produtividade, e contribuíram com o processo de desflorestamento (DIEGUES, 1999).

3.6.2 Agregação de Valor aos Produtos Agroflorestais

Nunca houve tanta pressão, local, nacional e internacional, para que se promovesse o uso sustentável dos recursos naturais da Amazônia como atualmente. De um lado, o dos desincentivos à exploração tradicional, o Ibama tem promovido uma série de iniciativas nas áreas de fiscalização e monitoramento ambiental das atividades econômicas na região. A aplicação de multas, ou a perspectiva de recebê-las, aumentam o risco para aqueles empreendedores em desacordo com as leis de proteção ambiental. Tal fato de certa forma estimula aqueles que respeitam as atuais regras do jogo e desestimula a exploração ilegal. Há ainda muito a fazer, principalmente no que diz respeito à continuidade das ações do Ibama; mas começa a ficar caro ser ilegal na Amazônia.

Por outro lado, há os incentivos à exploração sustentável, na série de agentes financeiros e investidores que começaram a se mobilizar, oferecendo recursos para empreendimentos na Amazônia, desde que estes sejam sustentáveis ou pressuponham a conservação do meio ambiente. Pode-se citar aqui o Banco Axial e o Fundo Terra Capital, um fundo de capital de risco, doadores internacionais e nacionais como o PPG 7, fundações e grandes ONGs, além das instituições federais como o BNDES e o BASA, hoje muito mais rigorosos do ponto de vista ambiental e

²⁴ Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

social que no passado.

Outro ângulo sob o qual se pode analisar as potencialidades da região com seus produtos da floresta é o seu próprio mercado consumidor. Numa pesquisa feita há alguns anos pelas Nações Unidas em dezenas de países, a palavra "Amazônia" estava entre as dez mais citadas pelo grande público. Outras foram marcas como Marlboro, Coca-Cola ou Microsoft. Dentre as dez palavras mais conhecidas no mundo, a única que não movimentava enormes volumes de recursos é a Amazônia. As demais são marcas de empresas que faturam bilhões de dólares por ano. Ou seja, ter o nome de um produto associado à Amazônia, sobretudo se este for produzido de forma ambiental e socialmente sustentável, em tese deveria ser uma grande vantagem, em comparação com outros sem tal apelo.

Dois obstáculos então podem ser citados como cruciais para a abertura ou a manutenção do mercado para produtos sustentáveis da Amazônia: i) baixa qualidade; e ii) falta de regularidade no fornecimento.

As cadeias agroindustriais da Amazônia são frágeis. Exportam-se produtos *in natura* ou semi-industrializados, deixando que a incorporação de valor ao produto e as oportunidades de emprego sejam criadas fora da região. Outros problemas a serem solucionados são: o baixo padrão tecnológico, a incipiente capacidade de gestão do empresário amazônida e a carência de insumos, máquinas e implementos na região (SANTANA, 1998).

Acredita-se que na Amazônia, o vetor de atividades que imprime maior impulso na formação das cadeias produtivas, rumo ao crescimento generalizado da economia, está vinculado à ligação entre a comercialização e a agroindústria. A adição de valor ao produto *in natura* da agricultura é ponto fundamental para fortalecer as ligações intersetoriais entre agricultura e indústria e com o resto da economia. Diante disso, urge a presença do Estado para construir e fazer operar uma infra-estrutura especializada de comercialização (estradas, armazéns, energia, comunicação e educação) e canalizar recursos para estimular e viabilizar os investimentos privados, no processo de interiorização agroindustrial (SILVA, 2000).

Um programa de agroindustrialização do interior, com ênfase nas micro, pequenas e médias indústrias, além de propiciar generalidade à sua implantação e disseminação por todos os cantos da Amazônia, no mínimo opera como descongestionante dos investimentos urbanos. Também produz um redirecionamento na política econômica por proporcionar benefícios diretos às

comunidades participantes e indiretos a toda a sociedade, uma vez que tende a expandir e modernizar os sistemas de produção locais em cada ponto da cadeia produtiva. O resultado é a expansão do mercado de bens e serviços, oriundos dos vários setores da economia.

Há um espírito empreendedor se formando ao redor da agroindustrialização de produtos vegetais (acerola, cupuaçu, laranja, maracujá, palmito, madeira, castanhas) e animais. A agroindustrialização é um caminho seguro a ser percorrido pela Amazônia rumo ao desenvolvimento sustentável, com a interação progressiva entre a agroindústria e a comercialização (SANTANA, 1998).

3.6.3 Linhas de Crédito e Incentivos Fiscais para SAFs na Amazônia

A política fiscal influencia o setor agrícola mediante a provisão de importantes serviços de infra-estrutura, tais como: instalações portuárias, estradas e novas variedades de cultivos mais produtivos. Políticas desta ordem devem ser articuladas a programas de desenvolvimento econômico, já que os resultados dos investimentos serão percebidos a médio e longo prazos (SANTANA, 1998).

A eficácia da política tributária está na sua equidade, uma vez que a distorção entre setores complementares pode inibir o crescimento global da economia, por impedir o desempenho da cadeia produtiva. A tributação indireta deveria atender a dois princípios básicos: o da progressividade, ao longo da cadeia produtiva, e o da neutralidade, em cada elo da cadeia. Isto significa cobrar alíquotas menores e iguais sobre o setor agrícola (progressividade) e, alíquotas mais elevadas do que no setor agrícola e iguais para manufaturados (neutralidade) (SANTANA, 1998). No Brasil, nenhum destes princípios é levado em consideração, ocorrendo uma variabilidade de alíquotas incidindo sobre produtos de um mesmo setor e diferenças na tributação de um mesmo produto em diferentes Estados. Na Amazônia, existe a prática de tributar, com altas alíquotas, todas as atividades e subsidiar apenas algumas, isoladamente, esquecendo-se que as atividades estão vinculadas umas às outras. Por isso as cadeias produtivas não são estruturadas e a economia permanece estagnada.

Nunca houve tanto dinheiro disponível para investimentos na Amazônia como atualmente. Só para citar um exemplo, o FNO, operado pelo BASA, dispõe anualmente de cerca de 500 milhões de reais para empreendimentos na região (GUILHOTO e SESSO FILHO, 2005). Destes, cerca de 70% a 80% não são aplicados. A razão é muito simples, ainda que nem sempre bem compreendida: o BASA aumentou o rigor (ambiental e financeiro) na seleção dos projetos financiáveis.

Os valores do Fundo de Investimentos da Amazônia (FINAM), no período de 1991 a 1999, foram de R\$ 12,266 bilhões para os estados da Amazônia, de acordo com GUILHOTO e SESSO FILHO (2005). Deste total, aproximadamente 50% foram aplicados nos estados do Mato Grosso e Pará. Com a extinção da Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia (Sudam), em 2001, o fluxo de recursos do FINAM foi praticamente paralisado.

Além do FNO, há recursos a fundo perdido de fundações, do PPG7, de ONGs nacionais e internacionais e mesmo de instituições federais como o MMA e o BNDES (FUNBIO, 1998).

A dificuldade de acesso ao capital pelos empreendimentos amazônicos, principalmente aqueles promovidos por pequenos produtores, se liga a outra: a falta de capacidade gerencial para negócios. Poucos sabem cultivar, por exemplo, castanha-do-Brasil, melhor e de forma mais eficiente que os extrativistas da Amazônia.

A maior dificuldade para empreendedores da região é ter acesso ao recurso financeiro por meio da elaboração de um bom projeto. Elaborar um plano de negócios que contemple o retorno do investimento a longo prazo, pesquisas de mercado, entre outros. Falta-lhes a capacidade de comprovar, para o órgão financiador e a sociedade em geral, que sua idéia pode gerar lucros e benefícios.

3.6.4 Características do Fundo Constitucional do Norte (FNO).

O FNO foi criado através da Lei N° 7827, de 27/09/89, que regulamenta o art. 159, inciso I, alínea “c” da Constituição Federal. Tem como objetivo contribuir para o

desenvolvimento econômico e social da Região Norte, mediante a execução de programas de financiamento direcionados ao atendimento das atividades produtivas nas áreas ecológica, social, tecnológica e econômica dos setores rural, industrial e de turismo (POTENCIALIDADES REGIONAIS..., 2000).

O FNO compreende os seguintes programas:

- ✓ Programa de Apoio às Micro-Empresas de Atividades Seleccionadas – PROMICRO: cria condições para a implantação de pequenas unidades agroindustriais na região, como mecanismo de indução à formação de cadeias produtivas necessárias à sustentabilidade da pequena produção familiar rural organizada e ao fortalecimento da economia regional.
- ✓ Programa de Apoio ao Desenvolvimento da Agroindústria – PROAGRIN: apóia as iniciativas empresariais que visem a implantação, ampliação, modernização e realocização de unidades agroindustriais na Região. Cria condições para o processamento local de matérias-primas de origem agrícola, pecuária e florestal, gerando emprego e renda na região. Fortalece as atividades produtivas do setor rural, elevando a competitividade dos produtos agrícolas, pecuários e florestais de forma que possa atender a demanda de mercado regional e conquistar espaço nos mercados nacionais, aumentando o valor agregado regional.
- ✓ Programa de Apoio à Capacitação Tecnológica – PROCATEC: apóia o desenvolvimento do sistema regional de ciência e tecnologia, incentivando a geração e transferência de inovações tecnológicas, através de iniciativas que articulem a base técnico-científica com o sistema produtivo privado, visando impulsionar a criação de pólos de modernização das atividades empresariais na região.

3.6.5 Vantagens Fiscais no Estado de Roraima.

Além da concessão dos Incentivos Fiscais Federais do FNO, descritos no item anterior, o Estado de Roraima conta com a Lei n.º 124, de 26/03/96, que dispõe sobre o tratamento diferenciado e preferencial às micro e pequenas empresas do Estado de Roraima, nos campos administrativo, tributário, creditício e de desenvolvimento empresarial.

Às micro e pequenas empresas serão concedidos benefícios pela Lei 023/92 que institui o FUNDER, sendo destinados no mínimo 50% dos recursos totais para o financiamento das atividades e investimentos industriais, agroindustriais, agropecuários e turísticos de micro e pequenas empresas do Estado, tendo como limite máximo juros anuais de 6%.

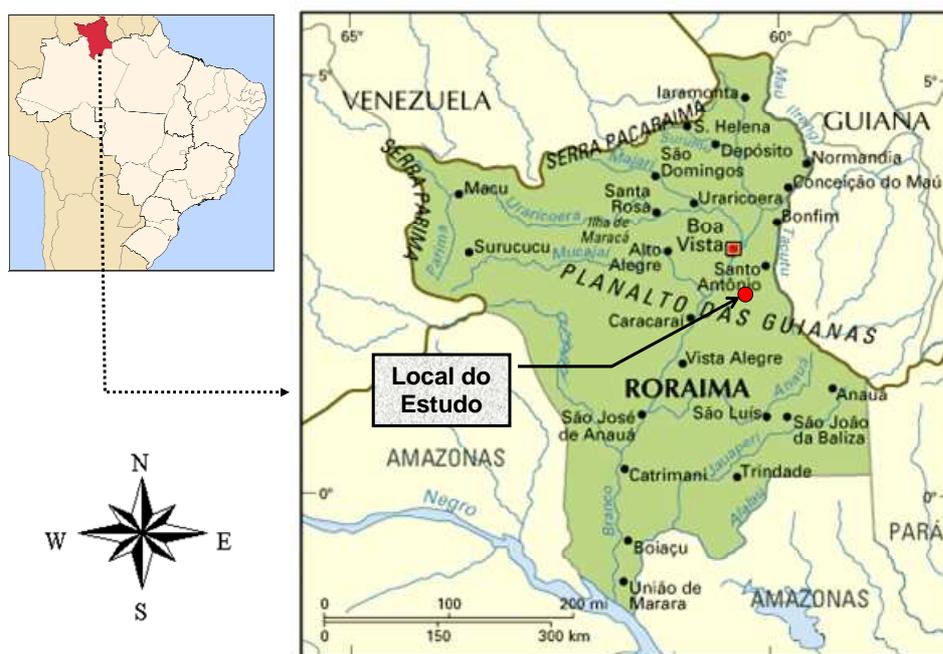
3.7 MATERIAL E MÉTODOS

3.7.1 Localização e Descrição da Área de Estudo

Os trabalhos de pesquisa foram conduzidos no campo experimental Confiança, situado entre as coordenadas $60^{\circ} 39' 54''$ W e $02^{\circ} 15' 00''$ N, pertencente à Embrapa Roraima, a 90 km de Boa Vista, localizado no município do Cantá, Roraima (FIGURA 1). Esta área apresenta vegetação de floresta e clima Ami (Köppen); caracterizado como tropical chuvoso com nítida estação seca, temperatura média anual variando entre 26 a 29 °C e amplitude térmica inferior a 5°C entre as médias do mês mais quente e do mês mais frio.

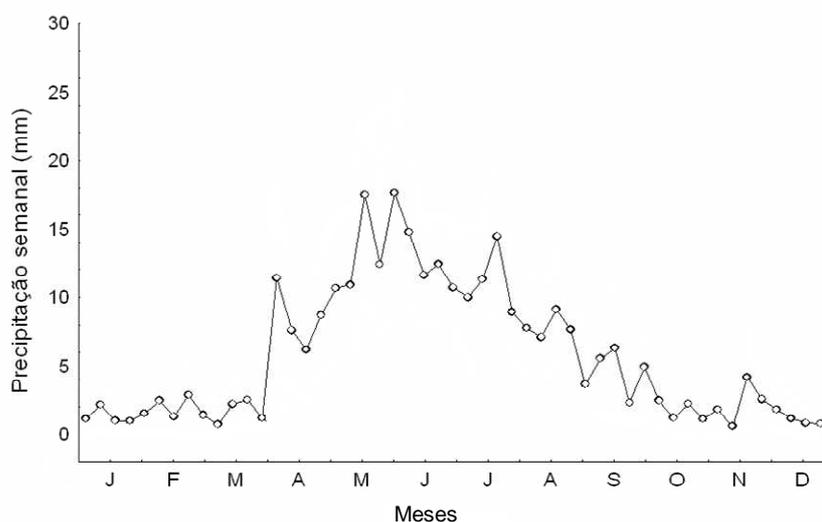
A precipitação pluvial apresenta valores entre 1.795 e 2.385 mm ano⁻¹ (FIGURA 2). Os meses mais chuvosos são maio, junho e julho, representando mais de 55% do total de precipitação, sendo que maio é o mês de maior precipitação com 292-552 mm mês⁻¹ (MOURÃO JUNIOR *et al.*, 2003).

FIGURA 1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO



Fonte: adaptado de WIKIPEDIA (2008).

FIGURA 2: VALORES MÉDIOS E INTERVALO DE CONFIANÇA DE 95% PARA OS VALORES DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA SEMANAL, NO CAMPO EXPERIMENTAL CONFIANÇA.



Fonte: adaptado de Mourão Junior *et al.* (2003).

O solo é classificado como tipo argissolo, constituído por material mineral que tem como características argila de atividade baixa e horizonte B textural (Embrapa, 1999). Pode-se observar, na TABELA 1, as características químicas do solo no início do estudo, em 1995.

TABELA 1. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO NO INÍCIO DA IMPLANTAÇÃO DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS.

Parâmetros	Valores
pH	4,5
Matéria orgânica (g dm ⁻³)	29,91
Fósforo (mg dm ⁻³)	2,56
Potássio (mg dm ⁻³)	40,25
Cálcio (cmolc dm ⁻³)	0,53
Magnésio (cmolc dm ⁻³)	0,15

Fonte: o autor.

3.7.2 Descrição dos Modelos Agroflorestais

A implantação dos sistemas agroflorestais iniciou em 1995, com o preparo da área consistindo da derrubada de uma capoeira de quatro anos, sem o uso de queimada da vegetação. Os dois modelos agroflorestais estudados, chamados de M₁ e M₂, têm na sua composição as mesmas espécies de maior ciclo biológico, ou seja:

- Bananeira (*Musa* sp. cv. Missouri);
- Ingá-de-metro (*Inga edulis*);
- Gliricídia (*Gliricidia sepium*);
- Cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*);
- Pupunheira (*Bactris gasipaes*);
- Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*);
- Cupiúba (*Goupia glabra*).

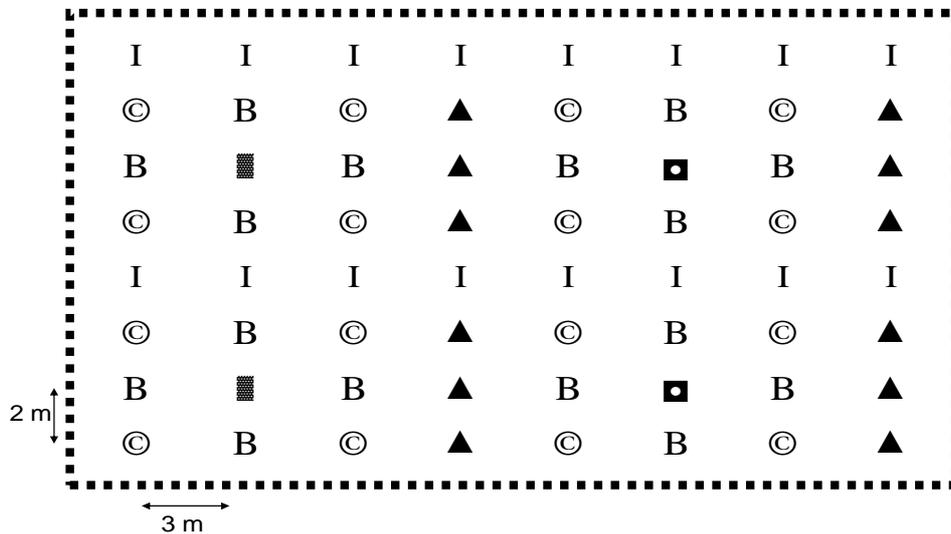
Com relação às culturas anuais, no modelo M₁ foram cultivadas arroz e mandioca; e no modelo M₂ milho, soja e mandioca.

Os modelos agrossilviculturais são compostos por espécies intercaladas com distribuição regular por unidade de área. O espaçamento adotado em ambos os sistemas foi de 3 m x 2 m, onde cada parcela de 48 m x 48 m ocupou uma área de 2.304 m². O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com três repetições.

A diferença entre os modelos M₁ e M₂ está no preparo e correção do solo. No sistema M₂ a área foi gradeada e o solo teve sua acidez corrigida, recebendo calagem na proporção de 2 ton ha⁻¹ (PRNT 100 %), e foi fertilizado com a aplicação de 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg ha⁻¹ de micronutrientes FTE BR12 no primeiro ano da implantação do estudo. O modelo M₁ não foi gradeado e calado, sem a correção da acidez e da fertilidade do solo.

As FIGURAS 3a e 3b não representam uma parcela completa, mas sim um módulo que pode ser replicado até alcançar a área desejada. Pode-se observar a composição e a distribuição das espécies dos SAFs M₁ e M₂ de sua fase de implantação até o sétimo ano e a partir do oitavo ano.

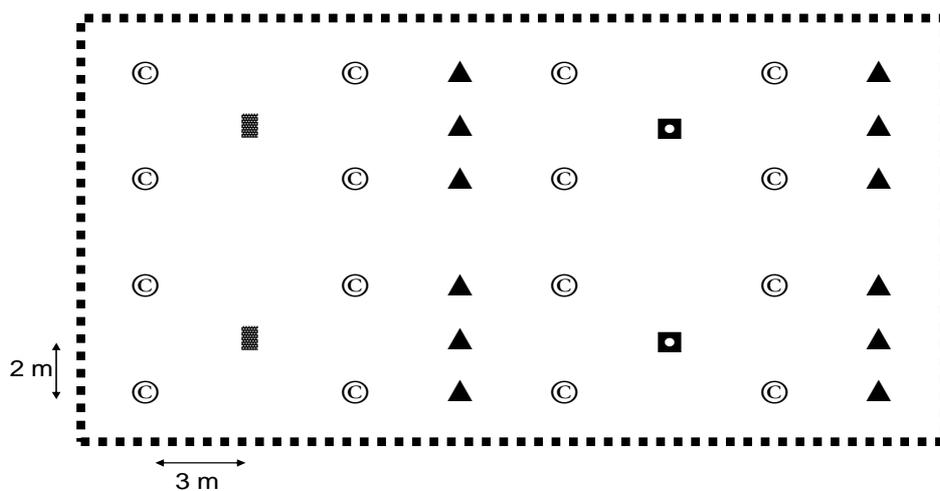
FIGURA 3a. COMPOSIÇÃO DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA FASE INICIAL ATÉ O SÉTIMO ANO.



Legenda: ■ castanha-do-Brasil; ■ cupiúba; © cupuaçuzeiro; ▲ pupunheira; B bananeira; I ingazeiro; ■■ cerca-viva com *Gliricidia sepium*.

Fonte: o autor.

FIGURA 3b. COMPOSIÇÃO DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS DO OITAVO AO VIGÉSIMO ANO.



Legenda: ■ castanha-do-Brasil; ■ cupiúba; © cupuaçuzeiro; ▲ pupunheira; ■■ cerca-viva com *Gliricidia sepium*.

Fonte: o autor.

A principal diferença entre os dois módulos é a ausência do ingazeiro, implantado para adubação verde a partir do oitavo ano (TABELA 2), e da bananeira, que permaneceu nos sistemas até o sexto ano (TABELA 3). Tanto no M₁ como no M₂ houve o estabelecimento de cerca - viva formada por *Gliricidia sepium*.

As culturas anuais (arroz, milho, soja e mandioca) foram semeadas para segurança alimentar dos agricultores (autoconsumo). No início dos estudos, em 1995, pensava-se comercializar tanto os frutos como o palmito das pupunheiras. Entretanto, a produção do palmito não foi colhida devido a ação de animais, principalmente macacos-prego (*Cebus apella*) e cutias (*Dasyprocta aguti*), que usam as plantas tanto para suporte de passagem, quebrando-as muitas vezes, como para sua alimentação. A ação da fauna local também prejudicou a produção dos cupuaçuzeiros, mas com menor intensidade.

TABELA 2. FUNÇÃO E DENSIDADE DAS ESPÉCIES COMPONENTES DOS MODELOS AGROFLORESTAIS

Espécies		Densidade (Nº de plantas ha ⁻¹)	Função no sistema
Nome Vulgar	Nome Científico		
Arroz ¹	<i>Oriza sativa</i>	40.000	Segurança alimentar
Milho ²	<i>Zea maiz</i>	16.666	Segurança alimentar
Soja ²	<i>Glycine max</i>	40.000	Segurança alimentar
Mandioca	<i>Manihot esculenta</i>	10.000	Segurança alimentar
Bananeira	<i>Musa sp.</i>	416	Comercialização
Ingá de metro	<i>Inga edulis</i>	360	Adubação verde
Gliricídia ³	<i>Gliricidia sepium</i>	200	Adubação verde
Cupuaçuzeiro	<i>Theobroma grandiflorum</i>	416	Comercialização de frutos
Pupunheira	<i>Bactris gasipaes</i>	338	Comercialização de palmito e frutos
Cupiúba	<i>Goupia glabra</i>	52	Comercialização da madeira
Castanheira	<i>Bertholletia excelsa</i>	52	Comercialização da madeira e frutos

Obs: 1: espécie plantada somente no modelo 1;

2: espécies plantadas somente no modelo 2;

3: espécie plantada como cerca-viva, em linha.

Fonte: o autor.

As duas espécies plantadas para aumentar a fertilidade do solo e a ciclagem de nutrientes dos SAFs, *Inga edulis* e *Gliricidia sepium*, foram podadas anualmente e a biomassa foi distribuída nas linhas de plantio favorecendo as demais espécies do sistema. Os principais benefícios foram manter a umidade do solo por um maior período, diminuir o aparecimento das plantas espontâneas e melhorar a fertilidade do solo. A função e a densidade de cada espécie dos modelos agroflorestais são apresentadas na TABELA 2.

A permanência dos componentes nos SAFs pode ser observada na TABELA 3. Pode-se verificar dois grupos distintos: i) aquelas espécies que permaneceram nos SAFs por um período de um a sete anos, como arroz, milho, soja, mandioca, bananeira e ingazeiro; e ii) componentes que estiveram presentes nos SAFs por praticamente todo o período do estudo, como gliricídia, cupuaçuzeiro, pupunheira, castanheira e cupiúba.

TABELA 3: PERMANÊNCIA DOS COMPONENTES NOS SAFS AO LONGO DO TEMPO.

COMPONENTES DOS SISTEMAS	ANOS																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Arroz ¹	•	•																		
Milho ²	•																			
Soja ²		•																		
Mandioca			•																	
Bananeira		•	•	•	•	•														
Ingazeiro	•	•	•	•	•	•	•													
Gliricídia ³	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Cupuaçuzeiro	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Pupunheira		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Cupiúba		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Castanheira		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Obs: 1: espécie plantada somente no modelo 1;

2: espécies plantadas somente no modelo 2;

3: espécie plantada como cerca-viva.

Fonte: o autor.

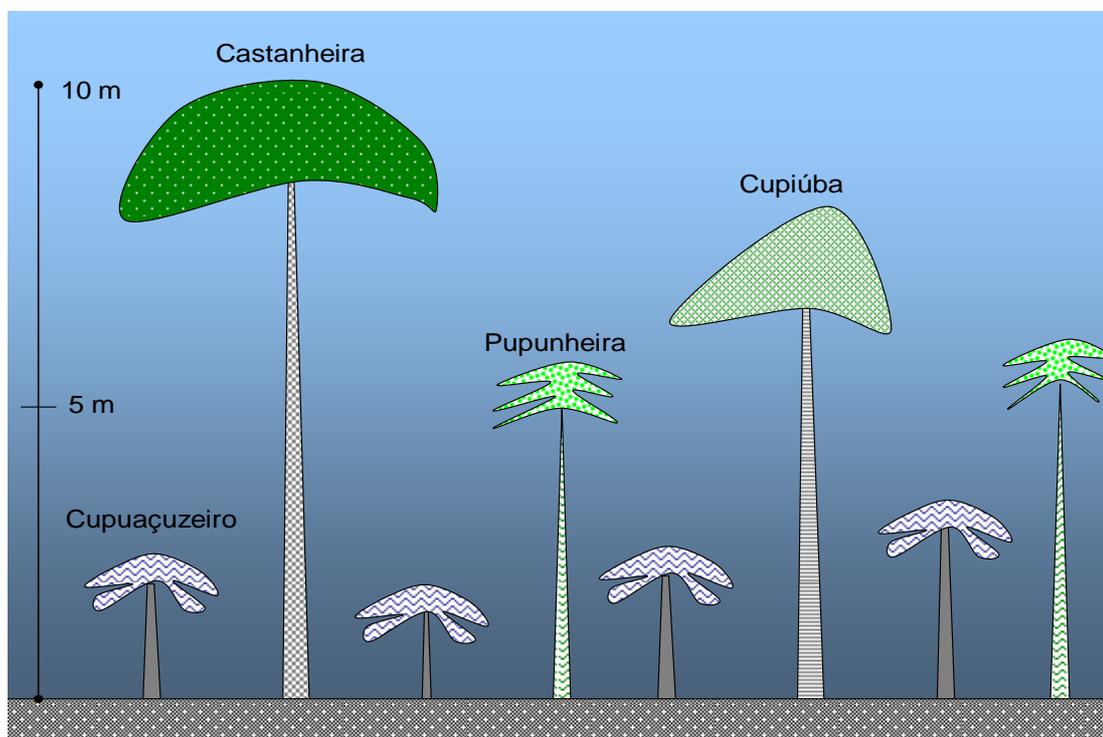
O perfil dos SAFs após o sétimo ano, com a retirada das culturas iniciais, é apresentada na FIGURA 4.

Ressalta-se que os modelos M_1 e M_2 apresentam diferenças de composição em relação às espécies anuais. No modelo M_1 , o arroz foi cultivado no primeiro e segundo ano e a mandioca somente no terceiro ano. No modelo M_2 o arroz não foi semeado, aproveitando-se o solo melhor fertilizado para o cultivo do milho no primeiro ano, da soja no segundo e da mandioca no terceiro ano de estabelecimento do sistema.

Os cultivos anuais ou "lavoura branca" foram implantados em sistema de plantio direto, sem gradagem, com fertilização localizada em cada cova. No modelo M_2 , onde o solo foi gradeado e melhor fertilizado, houve a rotação de culturas na qual o milho foi cultivado no primeiro ano, a soja no segundo e a mandioca no terceiro ano (TABELA 3).

O experimento utilizou delineamento de blocos casualizados com três repetições. Cada parcela ocupou uma área de 2.304 m² (48 m x 48 m).

FIGURA 4. PERFIL DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS M_1 E M_2 AOS DOZE ANOS DE IDADE.



Fonte: o autor.

3.7.3 Definição de Critérios para Realizar a Análise Financeira.

O custo da mão-de-obra foi calculado considerando uma remuneração diária de R\$ 12,00, representando o valor médio praticado na região para atividades rurais básicas como semeadura, capina, roçagem, entre outras, no estado de Roraima.

O valor de uma diária pode variar bastante no Brasil. Portanto, escolher adequadamente o valor da diária, em conformidade com a realidade regional, é fundamental para assegurar a confiabilidade dos resultados de uma análise financeira.

Em relação às receitas, tomando como base os preços médios praticados no mercado local, foram considerados os seguintes valores para a venda dos produtos agroflorestais:

- R\$ 0,30 kg⁻¹ do arroz;
- R\$ 0,30 kg⁻¹ do milho;
- R\$ 0,40 kg⁻¹ da soja;
- R\$ 0,15 kg⁻¹ da mandioca;
- R\$ 0,50 kg⁻¹ da banana,
- R\$ 1,70 kg⁻¹ do fruto de cupuaçu in natura,
- R\$ 2,50 cada cacho de pupunha,
- R\$ 0,50 kg⁻¹ do fruto da castanha-do-Brasil,
- R\$ 25,00 m⁻³ da madeira da castanha do Brasil,
- R\$ 15,00 m⁻³ da madeira de cupiúba.

A taxa de juros utilizada no estudo foi de 8 % a.a., estabelecida por representar, segundo informações obtidas junto ao Banco da Amazônia (BASA), o encargo financeiro predominante das linhas de crédito oferecidas aos agricultores de baixa renda da Amazônia (BASA, 1999), inclusive aos de Roraima.

A análise financeira dos modelos agroflorestais foi realizada com o uso dos seguintes indicadores financeiros:

- o Valor Presente Líquido (VPL): apresenta os valores líquidos no instante considerado inicial a partir de um fluxo de caixa formado por uma série de receitas e custos (HIRSCHFELD, 1998).

$$VPL = \sum (B_i - C_i) / (1+i)^n \quad \text{onde:}$$

B_i = valor atual dos ingressos/receitas;

C_i = valor atual dos custos;

i = taxa de juros;

n = período em que os ingressos ou os custos ocorreram.

O projeto que apresenta o VPL maior que zero (positivo) é economicamente viável, sendo considerado o melhor aquele que apresentar maior VPL.

- o Relação Benefício Custo (B/C): divide os benefícios atualizados pelos custos atualizados indicando quanto os benefícios superam ou não os custos totais (SILVA *et al.*, 2002).

$$B/C = \sum B_n (1+i)^{-n} / (\sum C_n (1+i)^{-n}) \quad \text{onde:}$$

B_i = valor atual dos ingressos/receitas;

C_i = valor atual dos custos;

i = taxa de juros;

n = período em que os ingressos ou os custos ocorreram.

Um projeto que apresenta uma $B/C < 1$ não é viável economicamente; sendo melhor o projeto que apresentar a maior B/C. Este indicador não considera o tamanho do projeto; é muito aplicado pelo governo em projetos públicos, em que considera custos e benefícios sociais; e a B/C pode ser manipulada (SILVA *et al.*, 2002).

- o Taxa Interna de Retorno (TIR): é a taxa de desconto que iguala o valor presente dos ingressos ao valor presente dos custos, ou seja, iguala o VPL a zero. Também pode ser entendida como a taxa percentual do retorno do

capital investido. A TIR é uma demonstração da rentabilidade do projeto (BUARQUE, 1984).

$$\sum (B_i - C_i) / (1+i)^n = 0 \quad \text{onde:}$$

B_i = valor atual dos ingressos/receitas;

C_i = valor atual dos custos;

i = taxa de juros;

n = período em que os ingressos ou os custos ocorreram.

- Tempo de Retorno do Investimento (TRI): é um indicador que permite determinar o tempo necessário para o retorno do capital investido. O TRI equivale ao inverso da rentabilidade simples (HIRSCHFELD, 1998):

$$\text{TRI} = 1/R \quad \text{onde:}$$

TRI = tempo de retorno do investimento;

R = rentabilidade do investimento.

- Valor Atual dos Custos (VAC): consiste em determinar o valor atualizado dos custos de acordo com a taxa de juros utilizada durante um determinado período de avaliação.

$$\text{VAC} = \sum C_i / (1+i)^n \quad \text{onde:}$$

C_i = valor atual dos custos;

i = taxa de juros;

n = período em que os ingressos ou os custos ocorreram.

- Valor Atual das Receitas (VAR): consiste em determinar o valor atualizado das receitas de acordo com a taxa de juros utilizada durante um determinado período de avaliação.

$$\text{VAR} = \sum B_i / (1+i)^n \quad \text{onde:}$$

B_i = valor atual das receitas;

i = taxa de juros;

n = período em que os ingressos ou os custos ocorreram.

3.7.4 Centro de Custos e Receitas – Fluxo de Caixa

A metodologia utilizada para a realização da análise financeira considerou as atividades de mão-de-obra e os insumos requeridos nas diversas fases de implantação e manutenção do sistema.

Para preparar o fluxo de custos de mão-de-obra foram medidos os rendimentos das atividades de amostragem de solo, limpeza da área, roçagem manual, aração, gradagem, aplicação de corretivos e agroquímicos, marcação da área, marcação das linhas de plantio, plantio, replantio, capina, colheita, adubação, preparo de mudas, transporte das mudas, poda, desbaste, desfolha e retirada do coração das bananeiras.

Os custos de insumos se referem a compra de sementes, manivas (estacas de mandioca), mudas, fertilizantes e defensivos, combustível e ferramentas agrícolas.

Utilizaram-se dados reais, obtidos através de rendimentos medidos diretamente no sistema durante os primeiros sete anos de implantação (análise ex-post). A partir do oitavo ano e até o vigésimo, as informações referentes à produtividade das espécies frutíferas perenes e madeiráveis foram estimadas (análise ex-ante), tendo como pressupostos básicos a manutenção dos valores nominais de preços pagos e recebidos.

Demais valores referentes à prognose da produtividade e do crescimento dos componentes foram considerados tendo como base os resultados reais dos sete primeiros anos de implantação dos SAFs e de outros projetos existentes na região amazônica avaliados em condições edafoclimáticas semelhantes às do presente estudo. Foram estimadas informações referentes ao rendimento da mão-de-obra e a produtividade de algumas culturas do 12^o ao 20^o ano.

A análise dos indicadores financeiros VPL, B/C, TIR, VAC e VAR foi feita em quatro períodos, de maneira a ressaltar com maior propriedade as mudanças ocorridas nos SAFs, face a diferenciação ao tempo de permanência das espécies na área, no período de avaliação. O primeiro período (P_1) compreende os resultados do primeiro ao quinto ano; o segundo período (P_2) compreende os resultados do primeiro ao décimo ano; o terceiro período (P_3) contempla os indicadores financeiros de quinze anos; e o quarto período (P_4) abrange os resultados de todo o horizonte produtivo considerado no estudo, ou seja, 20 anos.

3.7.5 Organização da Planilha de Custos e Receitas

As informações de campo foram registradas no software Excel 2003, dando suporte para a catalogação e cálculos dos custos, ingressos e indicadores financeiros dos SAFs. Um exemplo da planilha usada para a entrada de dados pode ser observado no anexo (TABELA A1). O tamanho da planilha aumenta, nas linhas, de acordo com o número de espécies, atividades e insumos; e, nas colunas, varia com o número de períodos avaliados.

3.7.6 Pressupostos para a Análise de Sensibilidade

Os cálculos das prognoses realizados de acordo com a variação de preços de mercado são comparados com os modelos M_1 e M_2 , considerados "modelos de referência", para um período de 20 anos.

A análise de sensibilidade foi realizada comparando-se os modelos de referência em relação aos: i) custos totais (CT); ii) custos de mão-de-obra (CMO); iii) custos de insumos (CI); iv) receita total (RT); v) variação de preços dos frutos de cupuaçu; vi) possibilidade de agregação de valor com a polpa de cupuaçu; e vii) modelo agroflorestal otimizado, representando o "Sistema Agrossilvicultural com Aléia Permanente (SAAP)".

Os indicadores financeiros utilizados nos cálculos das prognoses foram o VPL, a relação B/C, a TIR, o VAR, o VAC e o TRI.

A variação de preços de mercado foi de +10%, +20%, -10% e -20%, calculada para cada indicador financeiro. A estabilidade econômica do país auxiliou na definição desta amplitude de até 20%, acima ou abaixo dos valores de referência.

A pesquisa de campo para determinar os preços do fruto e da polpa de cupuaçu foi realizada no Mercado Municipal Romeu Caldas Magalhães (MMRCM), na cidade de Boa Vista, Roraima.

3.8 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.8.1 Análise de Sensibilidade

3.8.1.1 Variação nos custos totais (CT)

Na TABELA 4 são apresentados os indicadores financeiros estimados para os modelos agroflorestais M_1 e M_2 , de acordo com a variação de +10%, +20%, -10% e -20% dos custos totais. Os indicadores considerados foram o VPL, TIR, B/C e TRI para o período de 20 anos.

TABELA 4 – ESTIMATIVA DOS INDICADORES FINANCEIROS PARA OS MODELOS M_1 e M_2 DE ACORDO COM VARIAÇÕES DOS CUSTOS TOTAIS EM 20 ANOS.

Indicadores Financeiros	Modelos	Custos Totais				
		-20%	-10%	Referência	+10%	+20%
VPL (R\$)	M_1	4.475,53	3.808,74	3.123,43	2.447,38	1.771,33
	M_2	8.449,89	7648,62	6.847,35	6.046,08	5.244,82
TIR (%)	M_1	19,70	16,98	14,79	12,95	11,36
	M_2	32,42	27,10	23,19	20,15	17,68
B/C	M_1	1,83	1,63	1,46	1,33	1,22
	M_2	2,32	2,06	1,85	1,69	1,55
TRI (anos)	M_1	10	11	11	12	13
	M_2	6	7	8	8	9

Obs: VPL = valor presente líquido; TIR = taxa interna de retorno; B/C = relação benefício custo; TRI = tempo de retorno do investimento.

Fonte: o autor.

O aumento de 20% nos CT resultou na redução de R\$ 1.352,10 do VPL no modelo M_1 e de R\$ 1.602,53 no modelo M_2 . A TIR decresceu 14,79% e 23,19%, nos

modelos M_1 e M_2 , para 11,36% e 17,68%, respectivamente; e a relação B/C variou de 1,46 para 1,22 no sistema M_1 e de 1,85 para 1,55 no sistema M_2 . O TRI também aumentou de 11 para 13 anos e de 8 para 9 anos para os modelos M_1 e M_2 .

Mesmo com o aumento de 20% nos CT e, conseqüentemente, com a apresentação de valores dos indicadores financeiros menos favoráveis em relação aos modelos de referência, os SAFs avaliados continuam viáveis financeiramente, evidenciando elevada resiliência para as variações de mercado consideradas.

Por outro lado, em uma condição de claro favorecimento, com redução de 20% dos CT, os resultados financeiros mostram, como esperado, uma ampliação da margem de rentabilidade. Para o modelo M_1 o VPL tem um aumento de 43 %; a TIR passa para 19,70%; a relação B/C para 1,83, valor semelhante ao modelo M_2 em condições reais do estudo; e o TRI diminui para 10 anos, período ainda considerado elevado. No caso do modelo M_2 o VPL aumenta 23%; a TIR passa para 32,42%; a relação B/C para 2,32; e o TRI é reduzido para 6 anos.

3.8.1.2 Variação nos custos de mão-de-obra (CMO)

Na TABELA 5 são apresentados os indicadores financeiros estimados para os modelos agroflorestais M_1 e M_2 de acordo com a variação de +10%, +20%, -10% e -20% dos CMO.

Observa-se na TABELA 5 que o impacto causado pela variação dos CMO foi maior no modelo M_1 , no qual um aumento de 20% implica numa redução do VPL de R\$ 1.018,24, equivalente a 33%. No modelo M_2 , o impacto do VPL no aumento dos CMO foi menor, passando de R\$ 6.847,35 para 5.832,12, uma redução de 15%. Nessa condição, os modelos têm aumentado sua margem de rentabilidade, consolidando a viabilidade econômica.

Com a redução de 20% dos CMO o VPL aumentou para R\$ 4.141,68 e R\$ 7.862,58, para os modelos M_1 e M_2 , respectivamente.

TABELA 5 – ESTIMATIVA DOS INDICADORES FINANCEIROS PARA OS MODELOS M₁ e M₂ DE ACORDO COM VARIAÇÕES DOS CUSTOS DE MÃO-DE-OBRA EM 20 ANOS.

Indicadores Financeiros	Modelos	Custos de mão-de-obra				
		-20%	-10%	Referência	+10%	+20%
VPL (R\$)	M ₁	4.141,68	3.632,56	3.123,43	2.614,31	2.105,19
	M ₂	7.862,58	7.354,96	6.847,35	6.339,74	5.832,12
TIR (%)	M ₁	18,14	16,35	14,79	13,40	12,15
	M ₂	27,61	25,25	23,19	21,36	19,72
B/C	M ₁	1,72	1,58	1,46	1,36	1,27
	M ₂	2,12	1,98	1,85	1,74	1,65
TRI (anos)	M ₁	10	11	11	12	12
	M ₂	7	7	8	8	9

Obs: VPL = valor presente líquido; TIR = taxa interna de retorno; B/C = relação benefício custo; TRI = tempo de retorno do investimento.

Fonte: o autor.

Com o aumento de 20% nos CMO, os valores da TIR nos modelos M₁ e M₂ decresceram para 12,15% e 19,72%; e a relação B/C foi reduzida para 1,27 e 1,65. O TRI também foi alterado passando de 11 para 12 anos no modelo M₁ e de 8 para 9 anos no modelo M₂.

Com a redução de 20% nos CMO, a TIR e a relação B/C elevaram-se para 18,14% e 1,72, no modelo M₁, e para 27,61% e 2,12, no modelo M₂. O TRI foi reduzido para 10 anos no modelo M₁ e para 7 anos no modelo M₂.

Para reduzir o TRI, principalmente do modelo M₁, deve-se otimizar as práticas de manejo do solo e dos componentes, como por exemplo, corrigir e gradear o solo durante a fase de implantação dos SAFs; realizar um acompanhamento anual da fertilidade do solo, com possíveis reposições nutricionais específicas; e comercializar os produtos agroflorestais na época do ano onde os preços de venda são mais elevados.

3.8.1.3 Variação nos custos dos insumos (CI)

Na TABELA 6 são apresentados os indicadores financeiros estimados para os modelos agroflorestais M_1 e M_2 , de acordo com a variação de +10%, +20%, -10% e -20% dos CI, projetado para um período de 20 anos.

Observa-se na TABELA 6 que a variação dos indicadores financeiros devido às mudanças nos preços dos CI foi menor do que as variações identificadas com as alterações nos CMO. Neste contexto, com um aumento de 20% nos CI o VPL do modelo M_1 foi reduzido para R\$ 2.789,58, cerca de 11%; enquanto a redução do modelo M_2 foi de aproximadamente 9% (R\$ 6.260,04).

TABELA 6 – ESTIMATIVA DOS INDICADORES FINANCEIROS PARA OS MODELOS M_1 e M_2 DE ACORDO COM VARIAÇÕES DOS CUSTOS DE INSUMOS EM 20 ANOS.

Indicadores Financeiros	Modelos	Custos de insumos				
		-20%	-10%	Referência	+10%	+20%
VPL (R\$)	M_1	3.457,29	3.290,58	3.123,43	2.956,51	2.789,58
	M_2	7.434,66	7.141,00	6.847,35	6.553,70	6.260,04
TIR (%)	M_1	15,91	15,33	14,79	14,27	13,78
	M_2	26,60	24,77	23,19	21,80	20,57
B/C	M_1	1,54	1,50	1,46	1,43	1,39
	M_2	2,00	1,93	1,85	1,79	1,73
TRI (anos)	M_1	11	11	11	11	12
	M_2	7	7	8	8	8

Obs: VPL = valor presente líquido; TIR = taxa interna de retorno; B/C = relação benefício custo; TRI = tempo de retorno do investimento.

Fonte: o autor.

Os demais indicadores, TIR, B/C e TRI, pouco variaram com o aumento ou redução dos CI, sendo que o TRI do modelo M_1 não sofreu fortes alterações mantendo o tempo de 11 anos, tanto para o aumento de 10%, como na redução de 10% e 20% dos CI. O modelo M_2 manteve o TRI de 8 anos mesmo com o aumento

de 10% e 20%. Maiores detalhes nos valores do TRI podem ser observados nas TABELAS A3.01 para o modelo M_1 e A3.02 para o modelo M_2 (em anexo).

A pequena variação verificada nos indicadores financeiros devido às mudanças nos preços dos CI justifica-se pela baixa representatividade dos CI em relação aos CT, onde aproximadamente 20% são CI e 80% são CMO.

3.8.1.4 Variação na receita total (RT)

Na TABELA 7 são apresentados os indicadores financeiros estimados para os modelos agroflorestais M_1 e M_2 , de acordo com a variação de +10%, +20%, -10% e -20% da RT.

TABELA 7 – ESTIMATIVA DOS INDICADORES FINANCEIROS PARA OS MODELOS M_1 e M_2 DE ACORDO COM A VARIAÇÃO DA RECEITA TOTAL EM 20 ANOS.

Indicadores Financeiros	Modelos	Receitas				
		-20%	-10%	Referência	+10%	+20%
VPL (R\$)	M_1	1.146,65	2.135,04	3.123,43	4.111,83	5.100,22
	M_2	3.875,34	5.361,35	6.847,35	8.333,35	9.819,35
TIR (%)	M_1	10,64	12,76	14,79	16,77	18,72
	M_2	16,60	19,85	23,19	26,70	30,44
B/C	M_1	1,17	1,32	1,46	1,61	1,75
	M_2	1,48	1,67	1,85	2,04	2,23
TRI (anos)	M_1	13	12	11	11	10
	M_2	10	9	8	7	6

Obs: VPL = valor presente líquido; TIR = taxa interna de retorno; B/C = relação benefício custo; TRI = tempo de retorno do investimento.

Fonte: o autor.

O VPL do sistema M_1 foi o indicador que demonstrou maior sensibilidade às variações nas receitas (TABELA 7). Com uma redução de 20% das receitas o VPL

sofreu uma redução de 63% passando de R\$ 3.123,43 para R\$ 1.146,65. A relação B/C chegou a 1,17 e o TRI subiu de 11 anos para 13 anos. No modelo M₂, o VPL sofreu uma redução de 28%, a TIR atingiu 16,60%, e a relação B/C foi 1,48. Assim como no modelo M₁, o TRI foi ampliado em dois anos, passando de 8 para 10 anos.

Mudanças consideráveis também ocorrem caso o produtor rural consiga majoração de suas receitas de 10% ou 20%. Com o aumento de 20 % na receita total, o VPL atinge R\$ 5.100,22 no modelo M₁ e 9.819,35 no modelo M₂. A TIR no modelo M₂, alcança 30,44%, seu mais alto valor entre todas as análises de sensibilidade realizadas. O TRI, em ambos os modelos, é alcançado dois anos antes, com o aumento de 20% na receita total.

3.8.1.5 Variação de preços dos frutos de cupuaçu (VPCp)

Dentre as espécies dos SAFs estudados, escolheu-se o cupuaçuzeiro para avaliar as variações nos indicadores financeiros, que devido a sua inserção nos hábitos de consumo local e apelo econômico, é o componente mais importante quando comparado aos demais (Capítulo 2).

Na TABELA 8 são apresentados os indicadores financeiros estimados para os modelos agroflorestais M₁ e M₂ de acordo com a variação de +10%, +20%, -10% e -20% nos preços dos frutos de cupuaçu, projetado para um período de 20 anos. Com o aumento de 10% e 20%, o preço do cupuaçu passa de R\$ 1,70 kg⁻¹ (valor de referência) para R\$ 1,87 kg⁻¹ e R\$ 2,04 kg⁻¹; e no caso de uma queda de 10% e 20%, o preço do fruto passaria para R\$ 1,53 kg⁻¹ e R\$ 1,36 kg⁻¹.

O impacto causado nos resultados dos indicadores, decorrente da VPCp, é semelhante àquele ocorrido com a variação do CMO (TABELA 5).

No modelo M₁, uma redução de 20% nos preços do cupuaçu provoca um decréscimo de 31% no VPL, equivalente a R\$ 975,93; a TIR reduz-se para 12,91% e a relação B/C para 1,32. Com o aumento de 20% nos preços de venda do fruto, o VPL passa para R\$ 4.099,36 ao incorporar os R\$ 975,93 da variação de preços de mercado; a TIR atinge 16,5% e a relação B/C alcança 1,61.

Uma redução de 20% nos preços do cupuaçu provoca, no modelo M₂, uma redução de 20% no VPL, equivalente a R\$ 1.353,79; a TIR passa para 21,03% e a

relação B/C para 1,69. O aumento de 20% nos preços de venda do cupuaçu eleva o VPL para R\$ 8.201,14; a TIR para 25,13 e a relação B/C para 2,02.

TABELA 8 – ESTIMATIVA DOS INDICADORES FINANCEIROS PARA OS MODELOS M₁ e M₂ DE ACORDO COM A VARIAÇÃO DOS PREÇOS DOS FRUTOS DE CUPUAÇU EM 20 ANOS.

Indicadores Financeiros	Modelos	Receitas				
		-20%	-10%	Referência	+10%	+20%
VPL (R\$)	M ₁	2.147,51	2.635,47	3.123,43	3.611,39	4.099,36
	M ₂	5.493,56	6.170,45	6.847,35	7.524,24	8.201,14
TIR (%)	M ₁	12,91	13,87	14,79	15,66	16,50
	M ₂	21,03	22,14	23,19	24,19	25,13
B/C	M ₁	1,32	1,39	1,46	1,53	1,61
	M ₂	1,69	1,77	1,85	1,94	2,02
TRI (anos)	M ₁	12	12	11	11	11
	M ₂	8	8	8	8	8
Preço do fruto (R\$ kg ⁻¹)		1,36	1,53	1,70	1,87	2,04

Obs: VPL = valor presente líquido; TIR = taxa interna de retorno; B/C = relação benefício custo; TRI = tempo de retorno do investimento.

Fonte: o autor.

Nas cinco simulações realizadas nos modelos agroflorestais, os indicadores financeiros evidenciaram a viabilidade financeira e a estabilidade dos SAFs diante de uma possível variação negativa de receita, suportando alterações de até -20%.

As oscilações nos valores de mercado causam maior impacto nos resultados dos indicadores financeiros da receita total e dos custos totais. Analisando-se os diferentes modelos, observa-se que o modelo M₁ é mais sensível às flutuações de preços de mercado de até 20% que o modelo M₂.

3.8.2 Pressuposto para Agregação de Valor – Polpa de Cupuaçu

Os modelos agroflorestais estudados estão compostos por espécies que permitem a oferta diversificada de produtos e com isto possibilitam agregar valor. Neste aspecto, pode-se relacionar as seguintes espécies e produtos possíveis de serem ofertados:

- i) bananeira: a banana *in natura*, a banana-passa ou as geléias;
- ii) cupuaçuzeiro: o fruto (cupuaçu), a polpa do fruto, o cupulate (chocolate extraído das sementes) ou ainda óleos das sementes;
- iii) pupunheira: o fruto (pupunha), o palmito, óleo e farinha dos frutos;
- iv) castanheira: o fruto, farinha, doces.

Das possibilidades citadas, escolheu-se a retirada da polpa dos frutos do cupuaçu para realizar os cálculos necessários à perspectiva de agregação de valor, uma vez que 85% da polpa consumida em Roraima é proveniente do estado do Amazonas (POTENCIALIDADES..., 2000).

Os valores (preços pagos) da polpa de cupuaçu praticados ao longo do ano foram obtidos no Mercado Municipal Romeu Caldas Magalhães (MMRCM), em Boa Vista, Roraima. Durante o período da safra do fruto, o produtor vende a polpa de cupuaçu ao intermediário por R\$ 1,50 kg⁻¹, sendo revendida no MMRCM por R\$ 4,00 kg⁻¹. Na entressafra o produtor vende a polpa ao atravessador entre R\$ 2,50 – 3,00 kg⁻¹, sendo revendida ao consumidor entre R\$ 5,00 – 6,00 kg⁻¹.

Neste estudo, tendo em vista a necessidade de um valor de referência, os valores utilizados para a polpa de cupuaçu foram de R\$ 3,00 kg⁻¹ e R\$ 1,50 kg⁻¹, comercializados nos períodos da entressafra e da safra, de acordo com as informações do MMRCM. Os preços citados são os melhores valores pagos ao produtor pelo intermediário ("atravessador").

Utilizou-se uma despoldadeira elétrica (consumo de 0,70 kw hora) com capacidade para processar até 100 kg de frutos h⁻¹, com valor de compra de R\$ 3.400,00; além de três refrigeradores/congeladores horizontais com capacidade de armazenamento de 200 litros cada, com o custo de R\$ 950,00 cada. De acordo com estudos realizados por ANDRADE, SÁ e ALMEIDA (1998), GONDIM *et al.* (2001) e

CARVALHO e MÜLLER (2005), definiu-se em 45% o rendimento médio da extração da polpa dos frutos de cupuaçu.

Supõe-se que os custos de insumos são divididos entre vinte famílias participantes de uma associação ou cooperativa de produtores rurais, onde cada família teria o custo de cerca de R\$ 300,00.

Na TABELA 9 são apresentados os indicadores financeiros estimados para os modelos agroflorestais M_1 e M_2 , com o uso de polpa de cupuaçu para agregação de valor no período da entressafra, comparados com os modelos originalmente estudados (valores de referência).

Observa-se que todos os indicadores financeiros demonstram maiores vantagens nos modelos agroflorestais sem o uso da polpa para agregação de valor, vendida por R\$ 3,00 kg⁻¹ no período da entressafra.

TABELA 9 – ESTIMATIVA DOS INDICADORES FINANCEIROS DOS MODELOS AGROFLORESTAIS COM USO DE POLPA DE CUPUAÇU NA ENTRESSAFRA (R\$ 3,00 kg⁻¹) COMPARADOS COM OS MODELOS DE REFERÊNCIA AVALIADOS DURANTE 20 ANOS.

Indicadores	Modelos Agroflorestais			
	M_1 v.a.es.	M_1	M_2 v.a.es.	M_2
VPL (R\$)	1.924,91	3.123,43	5.249,57	6.847,35
B/C	1,28	1,46	1,64	1,85
TIR (%)	12,30	14,79	20,19	23,19
VAR (R\$)	9.589,64	10.674,65	14.543,73	16.048,83
VAC (R\$)	7.510,74	7.290,23	8.874,20	8.653,69
TRI (anos)	12	11	8	8

Obs: Todos os indicadores foram avaliados para uma área de 1 ha. Taxa de juros de 8%. VPL = valor presente líquido; B/C = relação benefício custo; TIR = taxa interna de retorno; VAR = valor atualizado das receitas totais; VAC = valor atualizado dos custos totais; TRI = tempo de retorno do investimento; v.a.es. = valor agregado no período da entressafra.

Fonte: o autor.

O VPL foi o indicador que apresentou a maior redução nos resultados com a extração da polpa de cupuaçu, de aproximadamente 40% no modelo M_1 (de R\$ 3.123,43 para R\$ 1.924,91) e de 23% para o M_2 (de R\$ 6.847,35 para R\$ 5.249,57).

Com a venda da polpa de cupuaçu a um preço de R\$ 3,00 kg⁻¹, o valor do VAR foi reduzido em aproximadamente 10% nos modelos M₁ e M₂ e o TRI passou de 11 para 12 anos no modelo M₁. De acordo com ANDRADE, SÁ e ALMEIDA (1998), o valor agregado pela agroindústria é perdido pela ineficiência, como consequência da dificuldade dos produtores.

Na TABELA 10 são apresentados os indicadores financeiros estimados para os modelos agroflorestais M₁ e M₂ com o uso de polpa de cupuaçu para agregação de valor no período da safra, comparados com os modelos originalmente estudados (valores de referência).

TABELA 10 – ESTIMATIVA DOS INDICADORES FINANCEIROS DOS MODELOS AGROFLORESTAIS COM USO DE POLPA DE CUPUAÇU NA SAFRA (R\$ 1,50 kg⁻¹) COMPARADOS COM OS MODELOS DE REFERÊNCIA AVALIADOS DURANTE 20 ANOS.

Indicadores	Modelos Agroflorestais			
	M ₁ v.a.s.	M ₁	M ₂ v.a.s.	M ₂
Financeiros				
VPL (R\$)	-12,58	3.123,43	2.561,90	6.847,35
B/C	0,998	1,46	1,31	1,85
TIR (%)	7,97	14,79	14,97	23,19
VAR (R\$)	7.497,15	10.674,65	11.641,05	16.048,83
VAC (R\$)	7.510,74	7.290,23	8874,20	8.653,69
TRI (anos)	15	11	10	8

Obs: Todos os indicadores foram avaliados para uma área de 1 ha. Taxa de juros de 8%. VPL = valor presente líquido; B/C = relação benefício custo; TIR = taxa interna de retorno; VAR = valor atualizado das receitas totais; VAC = valor atualizado dos custos totais; TRI = tempo de retorno do investimento; v.a.s. = valor agregado no período da safra.

Fonte: o autor.

A comercialização da polpa de cupuaçu no período da safra, com preço da polpa de R\$ 1,50 kg⁻¹, inviabilizou financeiramente o modelo M_{1v.a.s.}, onde todos os indicadores mostraram-se desfavoráveis. Neste caso, observa-se na TABELA 10 que o VPL apresentou valor negativo de R\$ -12,58, a relação B/C foi de 0,998, a TIR foi menor que a taxa de juros praticada e o VAR foi menor que VAC, confirmando a inviabilidade financeira do modelo M_{1v.a.s.}, para o período de 20 anos.

No caso do modelo $M_{2v.a.s.}$, os resultados dos indicadores financeiros foram menores quando comparados com o modelo de referência (M_2), onde o VPL foi reduzido em 63%, passando de R\$ 6.847,35 para R\$ 2.561,90; a relação B/C sofreu um decréscimo de 30% e a TIR de 35%. Já as receitas sofreram uma redução de 27,5%, ou seja, de R\$ 4.407,78. A comercialização da polpa de cupuaçu do modelo $M_{2v.a.s.}$, não o inviabilizou financeiramente, como ocorreu com o modelo $M_{1v.a.s.}$.

Entretanto, os resultados indicam que não há vantagem financeira para a comercialização da polpa de cupuaçu nos períodos da safra e da entressafra, com os preços de mercado indicados neste estudo (TABELAS 9 e 10). Para o produtor, há maior vantagem econômica na venda dos frutos de cupuaçu *in natura*, do que processar e vender a polpa, com o preço de R\$ 1,50 na safra e de R\$ 3,00 no período da entressafra.

Os principais fatores que influenciam a rentabilidade com o uso da polpa de cupuaçu são:

- i) rendimento da extração da polpa: de acordo com estudos realizados por ANDRADE, SÁ e ALMEIDA (1998), GONDIM *et al.*, (2001) e CARVALHO e MÜLLER (2005), o rendimento da extração da polpa de cupuaçu pode variar de 30% a 60%. Esta variação ocorre, principalmente, de acordo com a eficiência do equipamento e à variabilidade dos frutos;
- ii) remuneração da mão-de-obra: os custos de mão-de-obra representam aproximadamente 80% dos custos totais no processo de produção da polpa, e, geralmente, o produtor não considera a mão-de-obra familiar como custo;

Para se alcançar aproximadamente a mesma rentabilidade dos modelos de referência (M_1 e M_2), seria necessário vender a polpa por R\$ 4,00 kg^{-1} . Caso contrário, é mais vantajoso vender o cupuaçu *in natura*.

Para que a venda da polpa do cupuaçu seja economicamente compensatória para o produtor rural, o preço do produto deverá ser de R\$ 5,00 kg^{-1} , realizando-se a venda no período da entressafra, quando os preços são maiores. Nesse caso, os indicadores financeiros podem ser consultados na TABELA 11, onde os maiores destaques são o VPL do modelo M_1 , que passaria para R\$ 4.508,24 e o VAR do modelo M_2 , que alcançaria R\$ 18.413,98.

TABELA 11 – ESTIMATIVA DOS INDICADORES FINANCEIROS DOS MODELOS M₁ e M₂ COM AGREGAÇÃO DE VALOR (COM VENDA DA POLPA A R\$ 5.00 kg⁻¹).

Indicadores	Modelos Agroflorestais	
	M₁ v.a. 5	M₂ v.a. 5
VPL (R\$)	4.508,24	8.833,13
B/C	1,65	2,08
TIR (%)	16,91	25,47
VAR (R\$)	12.379,64	14.543,73
VAC (R\$)	7.510,74	18.413,98
TRI (anos)	11	7

Obs: Todos os indicadores foram avaliados para uma área de 1 ha. Taxa de juros de 8%. VPL = valor presente líquido; B/C = relação benefício custo; TIR = taxa interna de retorno; VAR = valor atualizado das receitas totais; VAC = valor atualizado dos custos totais; TRI = tempo de retorno do investimento. Fonte: o autor.

Analisando-se o processo de comercialização da polpa de cupuaçu, deve-se evitar a venda da polpa ao intermediário, uma vez que este, ao repassar o produto aos estabelecimentos comerciais, absorve grande parte do lucro que poderia ser capitalizado pelos próprios agentes de produção. Os produtores rurais devem encontrar alternativas, organizando-se em cooperativas, para vender a polpa diretamente aos consumidores, em feiras ou mercados agrícolas, ou em estabelecimentos comerciais, onde poderiam alcançar maiores preços e melhorar a rentabilidade.

3.8.3 Modelo Agroflorestal Otimizado – Sistema Agrossilvicultural com Aléia Permanente (SAAP)

Em função das avaliações biofísicas e socioeconômicas realizadas neste estudo e como resultado do conhecimento adquirido, é apresentado a seguir o modelo agroflorestal (SAAP), que incorpora variáveis percebidas ao longo do tempo. Essas variáveis potencializam a otimização da produtividade das culturas e a

sustentabilidade do sistema de produção. Nessa perspectiva, as seguintes ações devem ser agregadas aos modelos de referência:

- a) Gradagem e correção da fertilidade do solo: o solo deve ser gradeado e sua acidez corrigida, recebendo calagem na proporção de 2 ton ha⁻¹ (PRNT 100 %), aplicação de 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg ha⁻¹ de micronutrientes FTE BR12.
- b) Retirada da pupunheira: a pupunheira foi retirada do SAF devido a sua baixa rentabilidade e a competição que estabelece com os demais componentes do sistema. Não se está desconsiderando a importância do seu uso e rentabilidade econômica, mas sim, sua função econômica nos modelos agroflorestais avaliados.

Ao se comparar o cupuaçuzeiro e a pupunheira, observa-se diferenças marcantes nos resultados dos lucros entre essas duas frutíferas perenes. A renda líquida anual do cupuaçuzeiro, gerada do terceiro ao vigésimo ano, tanto no SAF M₁ como no SAF M₂, foi de oito a onze vezes maior que a renda da pupunheira. Como exemplo, constatou-se a renda líquida da pupunheira, após atingir a estabilidade na produção, de R\$ 55,00 a R\$ 80,00 no modelo M₁ e de cerca de R\$ 140,00 no modelo M₂; enquanto os valores da renda líquida para o cupuaçuzeiro foram de R\$ 1.062,00 no modelo M₁ e de R\$ 1.350,00 no modelo M₂. Maiores detalhes comparativos podem ser consultados no Capítulo 2, nos GRÁFICOS 12, 13, 14 e 15.

Estas são informações importantes, que devem ser observadas no momento do desenho do sistema agroflorestal, principalmente quando da definição da seleção, proporção e o ciclo de produção dos componentes (NAIR, 1993; RAIN TREE, 1984 e 1990).

- c) Alterações no espaçamento e densidade (FIGURAS 5 e 6): o espaçamento geral mudou de 3 m x 2 m (6 m²) para 3 m x 3 m (9 m²), representando um aumento de 50% no espaço ocupado por cada componente do SAF. Como exemplo, o espaçamento do cupuaçuzeiro passou de 6 m x 4 m para 6 m x 6 m, mais adequado às necessidades da espécie; a castanheira e a cupiúba tiveram seus espaçamentos alterados de 24 m x 8 m para 24 m x 12 m.

A densidade dos componentes do modelo otimizado pode ser consultada na TABELA 12. Com menor número de plantas por hectare é possível planejar o

cultivo do milho nos primeiros três anos e da mandioca até o quarto ano devido a redução do sombreamento causado pelas espécies perenes e semi-perenes.

- d) Inclusão de faixa permanente para o plantio continuado de culturas anuais (FaCA): visando atender a necessidade dos produtores rurais em cultivar grãos durante todo o período produtivo dos SAFs, incluiu-se uma faixa permanente para o plantio de culturas anuais (FIGURAS 5, 6 e 7). Com a constante utilização da FaCA, o produtor pode dispor de uma fonte regular de culturas anuais, o que representa a segurança alimentar para sua família. A FaCA corresponde a 10% de um hectare (1000m²) disposta em uma faixa de 10 metros de largura e 100 metros de comprimento (ver FIGURA A3.03, em anexo). Em suas laterais há o plantio em linha de árvores adubadoras, *Inga edulis* e *Gliricidia sepium*, que aportam nutrientes ao solo após a realização de podas anuais.

Nesta prognose, planejou-se o cultivo de milho e mandioca na FaCA estimando-se a produção de 350 kg de milho e de 1.400 kg de mandioca, anualmente. A mão-de-obra necessária é de 3,3 diárias ano⁻¹ e 4,8 diárias ano⁻¹, respectivamente. Os custos anuais para a produção do milho e mandioca na FaCA são estimados em R\$ 83,45 e R\$ 64,00.

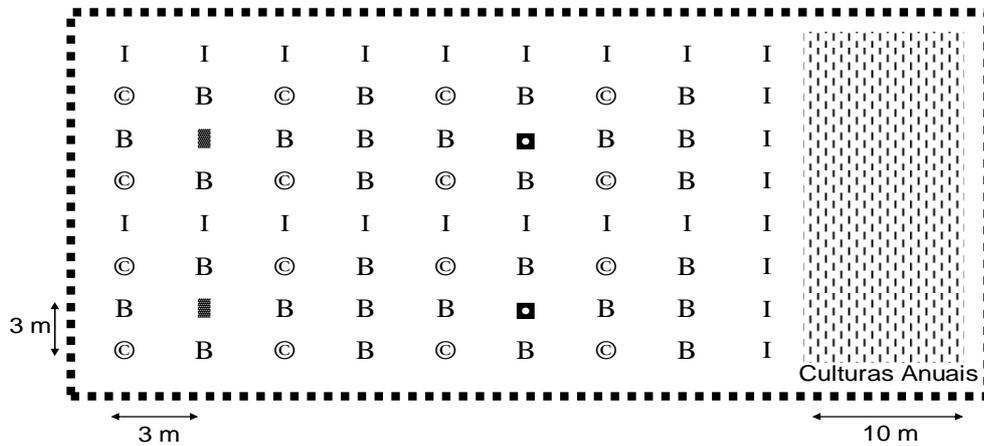
Deve-se orientar a FaCA, preferencialmente, no sentido leste-oeste evitando-se o sombreamento indesejado dos componentes perenes e sua localização deve ser oposta à direção do vento, utilizando as culturas perenes como barreira quebra-vento.

É importante considerar que a FaCA faz parte do SAF e assim deve ser considerada quando da execução das práticas culturais demandadas pelo conjunto de componentes usados, inclusive aqueles relacionados às plantas adubadoras.

O sistema de cultivo das espécies agrícolas na FaCA será semelhante àquele usado nos "sistemas em aléias"²⁵, chamados "cultivo en callejones" ou ainda "alley cropping". Geralmente, o aporte de biomassa na FaCA, proveniente das podas das árvores ou arbustos de uso múltiplo, melhora a fertilidade do solo, principalmente com o aumento do teor de fósforo microbiano (P) e da atividade microbológica (LÓPEZ E KASS, 1996).

²⁵ Consiste no cultivo de espécies agrícolas em faixas, geralmente de 4 m a 6 m de largura, ladeada de árvores madeiráveis ou de uso múltiplo. No caso do uso de árvores de uso múltiplo, realizam-se podas, de uma a duas vezes por ano, e a biomassa proveniente das podas é distribuída na faixa dos cultivos (KRISHNAMURTHY e ÁVILA, 1999).

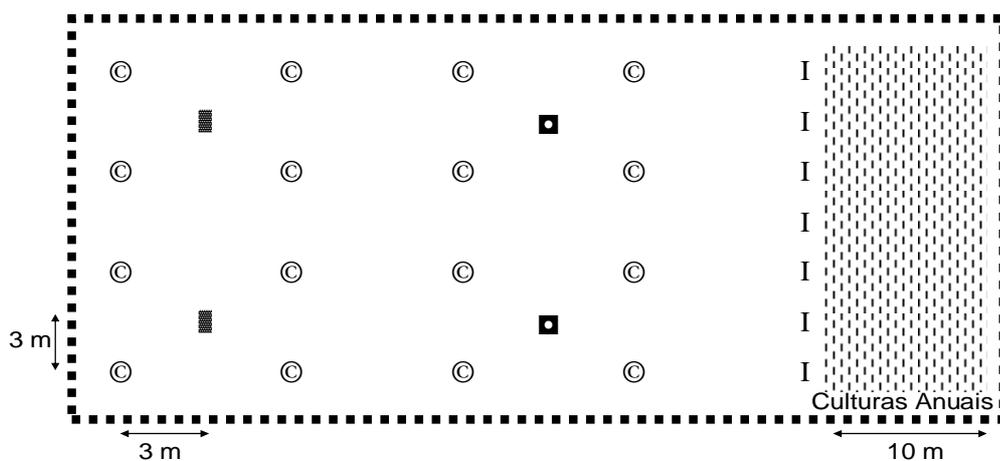
FIGURA 5 - COMPOSIÇÃO DO MODELO AGROFLORESTAL OTIMIZADO (SAAP) NA FASE INICIAL ATÉ O SÉTIMO ANO.



Legenda: ■ castanha-do-Brasil; ■ cupiúba; © cupuaçuzeiro; B bananeira; I ingazeiro; "" culturas anuais; ■■ cerca-viva de *Gliricidia sepium*.

Fonte: o autor.

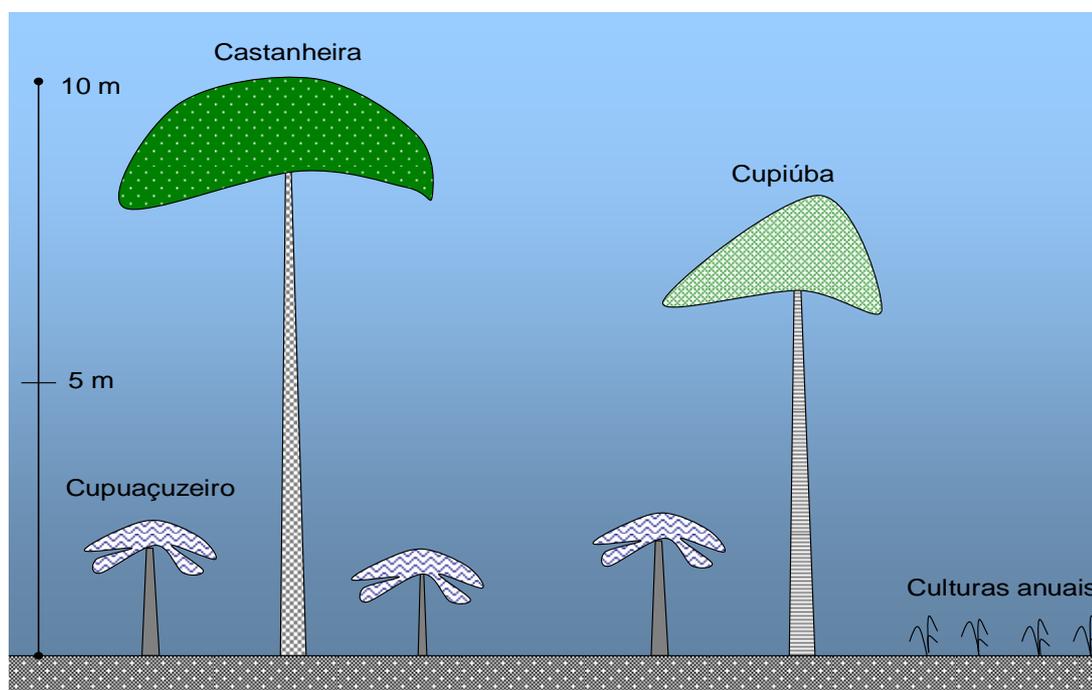
FIGURA 6 - COMPOSIÇÃO DO MODELO AGROFLORESTAL OTIMIZADO (SAAP) A PARTIR DO OITAVO ANO.



Legenda: ■ castanha-do-Brasil; ■ cupiúba; © cupuaçuzeiro; I ingazeiro; "" culturas anuais; ■■ cerca-viva de *Gliricidia sepium*.

Fonte: o autor.

FIGURA 7 - PERFIL DO MODELO AGROFLORESTAL OTIMIZADO (SAAP) AOS DOZE ANOS DE IDADE.



Fonte: o autor.

TABELA 12 - DENSIDADE ORIGINAL E OTIMIZADA DAS ESPÉCIES DOS MODELOS AGROFLORESTAIS.

Espécies		Densidade Original ¹	Densidade Otimizada ²
Nome Vulgar	Nome Científico	(Nº de plantas ha ⁻¹)	(Nº de plantas ha ⁻¹)
Bananeira	<i>Musa sp.</i>	416	434
Ingá de metro	<i>Inga edulis</i>	360	240
Gliricídia ³	<i>Gliricidia sepium</i>	200	200
Cupuaçuzeiro	<i>Theobroma grandiflorum</i>	416	255
Pupunheira	<i>Bactris gasipaes</i>	338	0
Cupiúba	<i>Goupia glabra</i>	52	32
Castanheira	<i>Bertholletia excelsa</i>	52	32
Total		1.834	1.193
Faixa permanente para culturas anuais (m²)		-	1.000
Área útil para culturas perenes (m²)		10.000	9.000

Obs: 1: espaçamento geral de 3 m x 2 m; 2: espaçamento geral de 3 m x 3 m; 3: espécie plantada como cerca-viva, em linha.

Fonte: o autor.

Na TABELA 13 são apresentados os indicadores financeiros, estimados para o SAAP, comparados com o modelo M₂. Observa-se que todos os indicadores financeiros estão mais bem distribuídos ao longo dos 20 anos do estudo.

Os resultados do SAAP podem ser observados nos primeiros cinco anos de avaliação, com o VPL positivo de R\$ 1.400,00, a relação B/C de 1,17 e a TIR de 40%.

Considerando-se todo o período de avaliação, a TIR foi o indicador financeiro com maior destaque. No modelo otimizado, seu cálculo foi possível em todos os períodos de análise, alcançando 54% e mantendo sua estabilidade a partir do quinto ano. A relação B/C do modelo M₂ apresentou seu único resultado superior ao SAAP, representando um momento particular da comparação e não o seu conjunto.

O tempo de retorno do investimento (TRI) do modelo otimizado foi de 3 anos, contra 8 anos do modelo M₂. O resultado do TRI deveu-se, principalmente, ao aumento das receitas das espécies anuais nos primeiros quatro anos de implantação, mesmo considerando, para o primeiro ano, a produtividade de 65% da mandioca e do milho, em relação à produtividade média da região. A partir do quinto ano, o cupuaçuzeiro inicia sua fase produtiva e as culturas anuais devem continuar a serem plantadas.

TABELA 13 – VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL), RELAÇÃO BENEFÍCIO CUSTO (B/C) E TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR) DO SAAP E M₂ AVALIADOS EM 4 PERÍODOS DURANTE 20 ANOS.

Indicadores Financeiros	Modelo	Período de Análise (ano)			
		1 a 5	1 a 10	1 a 15	1 a 20
VPL (R\$)	SAAP	1.400,00	3.852,00	6.304,00	8.454,00
	M ₂	-2.035,00	981,00	4.069,00	7.006,00
B/C	SAAP	1,17	1,41	1,63	1,80
	M ₂	0,67	1,14	1,54	1,89
TIR (%)	SAAP	40	52	54	54
	M ₂	*	14	21	23

Obs: Todos os indicadores foram avaliados em uma área de 1 ha. Os valores do VPL estão representados em reais (R\$). Taxa de juros de 8%. * = não foi possível calcular a TIR para o modelo M₂ no período P₁ devido a todos os valores da renda líquida serem negativos.

Fonte: o autor.

3.9 CONCLUSÕES

- A prognose, considerada como meio para o planejamento, implantação e manejo dos SAFs, é uma prática eficiente para selecionar modelos agroflorestais com espécies de maior agregação de valor e sejam mais rentáveis financeiramente.
- As variações dos indicadores financeiros, por meio da análise de sensibilidade, com possíveis alterações de preços de até 20%, não inviabilizaram financeiramente os SAFs.
- Obtém-se rentabilidade na agregação de valor, com a venda da polpa de cupuaçu, com planejamento e conhecimento das estratégias de mercado, a partir do preço mínimo de venda.
- O modelo agroflorestal otimizado (SAAP), com menor complexidade e densidade, potencializa maior produtividade e rentabilidade.
- A Faixa Permanente para o Plantio de Culturas Anuais (FaCA), que representa uma área de segurança alimentar para a família do produtor rural, contribui para o aumento dos indicadores econômicos e a redução do tempo de retorno de investimento.

3.10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, F. G. de; SÁ, C. P. de; ALMEIDA, N. F. de. Uma visão prospectiva do cupuaçu nos limites do Acre: Vilas Nova Califórnia e Extrema, RO. **Circular Técnica** n. 21. Embrapa Acre. Rio Branco, AC. 1998. 18 p.

BASA. **Fundo Constitucional de Financiamento do Norte – FNO, Manual de orientação aos beneficiários do setor rural**. Banco da Amazônia S.A. Belém, PA, 1999. 23 p.

BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos: uma apresentação didática**. Elsevier Editora Ltda, 24ª reimpressão. Rio de Janeiro. 1984. 266 p.

CANO, W. **A borracha e o café em 1900: estilos, crise e industrialização**. In: CARUSO, M. M. L.; CARUSO, R.C. Amazônia, a valsa da galáxia: o abc da grande planície. UFSC, Florianópolis, SC. P. 45 - 52. 2000.

CARVALHO, J. E. U. de; MÜLLER, C. H. Biometria e rendimento percentual de polpa de frutas nativas da Amazônia. **Comunicado Técnico** n. 139. Embrapa Amazônia Oriental. Belém, PA. 2005. 3 p.

DIEGUES, A. C. **Desmatamento e modos de vida na Amazônia**. In: DIEGUES, A. C. (org.). NUPAUB Editora, São Paulo, SP. 1999. 176 p.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 412 p., 1999.

FEARNSIDE, P. M. **Ritmos da floresta e a bolsa de valores de São Paulo**. In: CARUSO, M. M. L.; CARUSO, R.C. Amazônia, a valsa da galáxia: o abc da grande planície. UFSC, Florianópolis, SC. P. 215 - 226. 2000.

GONDIM, T. M. de S; THOMAZINI, M. J.; CAVALCANTE, M. J. B.; SOUZA, J. M. L. de. Aspectos da produção do cupuaçu. **Documentos** n. 67. Embrapa Acre. Rio Branco, Acre. 2001. 43p.

GUILHOTO, J. M.; SESSO FILHO, U. A. Análise da estrutura produtiva da Amazônia Brasileira. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento/ Banco da Amazônia**, v. 1, n. 1 (jul./dez. 2005), Belém, PA, p. 7 – 34, 2005.

HIRSCHFELD, H. **Engenharia econômica e análise de custos: aplicações práticas para economistas, engenheiros, analistas de investimentos e administradores**. São Paulo. Atlas, 6ª edição. 1998. 407 p.

HOMMA, A. K. O. O desenvolvimento da agroindústria no estado do Pará. 35 p. Disponível em www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/sti/publicacoes/futAmaDiloportunidades/rev20011213_08.pdf. Acesso em 16 outubro 2007.

HOMMA, A. K. O. **Extrativismo vegetal na Amazônia: limites e oportunidades**. Embrapa – SPI, Brasília, DF. 1993. 202 p.

HOMMA, A. K. O. **Amazônia: meio ambiente e desenvolvimento agrícola**. In: HOMMA, A. K. O (ed.). Embrapa – SPI, Brasília, DF. 1998. 412 p.

KRISHNAMURTHY, L.; ÁVILA, M. **Agroforestería Básica**. Série Textos Básicos para la Formación Ambiental n°. 3. PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). México, D.F., México. 1999. 340 p.

LÓPEZ, F. L.; KASS, D. C. L. Efecto de enmiendas orgánicas en la dinámica del fósforo e indicadores de actividad biológica sobre el rendimiento del frijol en un suelo Acrudoxic Melanudand. **Agroforestería en las Américas**, CATIE, Turrialba, Costa Rica, vol. 3, n. 11-12, p. 12-15. 1996.

MENDES, F.A.T. Avaliação de modelos simulados de sistemas agroflorestais em pequenas propriedades cacauzeiras selecionadas no município de Tomé-Açú, no Estado do Pará. **Informe Gepec**, Toledo, Paraná, v. 07, n. 1, p. 118 – 144, 2003.

MOREL, E. **Amazônia saqueada** (Coleção que país é este?). Global Editora, São Paulo, SP. 1984. 169 p.

MOURÃO JUNIOR, M.; XAUD, M. R.; XAUD, H. A. M.; MOURA NETO, M. A. de; ARCO-VERDE, M. F.; PEREIRA, P. R. V. S.; TONINI, H. Precipitação pluviométrica em áreas de transição savana-mata de Roraima: campos experimentais Serra da Prata e Confiança. **Comunicado Técnico** n. 17. Embrapa Roraima. Boa Vista, Roraima. 2003. 7 p.

NAIR, P. K. R. **An Introduction to Agroforestry**. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. 1993. 499 p.

POTENCIALIDADES REGIONAIS – ESTADO DE RORAIMA. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior e Superintendência da Zona Franca de Manaus. Boa Vista, Roraima. 2000. 58 p. Disponível em <www.suframa.gov.br/download/documentos/roraima.pdf>. Acesso em 16 outubro 2007.

RAINTREE, J. B. **Diseño de sistemas agroforestales para el desarrollo rural: el enfoque D y D de ICRAF**. Nairobi: ICRAF, 1984. 20 p.

RAINTREE, J. B. Agroforestry diagnosis and design: overview and update. In: BUD, W. W. *et al.* (Ed.). *Planning for agroforestry*. Dordrecht: Elsevier, 1990, p. 35-57.

SÁ, C. P. de; SANTOS, J. C. dos; LUNZ, A. M. P.; FRANKE, I. L. Análise financeira e institucional de três principais sistemas agroflorestais adotados pelos produtores do Reca. **Circular Técnica**, n°. 33. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 12 p.

SANTANA, A. C. de. **Cadeias agroindustriais e crescimento econômico na Amazônia**. In: HOMMA, A. K. O (ed.). *Amazônia: meio ambiente e desenvolvimento agrícola*. Embrapa – SPI, Brasília, DF. pp. 220-264. 1998.

SANTOS, M. J. C.; PAIVA, S. N. Os sistemas agroflorestais como alternativa econômica em pequenas propriedades rurais: Estudo de Caso. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.12, n. 1, p. 135 - 141. 2002.

SANTOS, R. O. **História econômica da Amazônia: especiarias, borracha e indústria.** In: CARUSO, M. M. L.; CARUSO, R.C. Amazônia, a valsa da galáxia: o abc da grande planície. UFSC, Florianópolis, SC. P. 53 - 63. 2000.

SARAGOUSSI, M. Pequenos produtores rurais de terra-firme em três localidades do estado do Amazonas: principais problemas; propostas de soluções. In: FERREIRA E. J. G.; SANTOS. G. M.; LEÃO, E. M.; OLIVEIRA, L. A. (Eds). **Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia**, vol. 2. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 107 p. 1993.

SILVA, M. **Seringueiros e o extrativismo, e as funções do Estado na Amazônia.** In: CARUSO, M. M. L.; CARUSO, R.C. Amazônia, a valsa da galáxia: o abc da grande planície. UFSC, Florianópolis, SC. P. 355 - 367. 2000.

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

STEDILE, J. P. **O MST e a reforma agrária na Amazônia e no Nordeste.** In: CARUSO, M. M. L.; CARUSO, R.C. Amazônia, a valsa da galáxia: o abc da grande planície. UFSC, Florianópolis, SC. P. 195 - 206. 2000.

TARDIEU, R.; KASS, D.; OLIVIER, A. Efecto de prácticas agroforestales y agrícolas sobre el rendimiento de frijol y la disponibilidad de fósforo en un andisol de Costa Rica. **Agroforestería en las Américas**, CATIE, Turrialba, Costa Rica, vol. 7, n. 26, p. 61-64. 2000.

WIKIPEDIA. Disponível em <http://pt.wikipedia.org/wiki/Roraima>. Acesso no dia 18 de março de 2008.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Os SAFs, desde que implantados e manejados corretamente, são um sistema de produção e uso da terra que conciliam o plantio de culturas perenes e anuais por um longo período, estando disponíveis para evitar as queimadas e o desflorestamento na Região Amazônica.
- Os modelos agroflorestais apresentados neste estudo podem ser utilizados em outras regiões da Amazônia, desde que, na fase de planejamento sejam respeitados os critérios de seleção das espécies de acordo com as condições edafoclimáticas, origem e características culturais dos produtores e infraestrutura e comercialização da região.
- A utilização de SAFs pode melhorar a qualidade de vida das famílias dos produtores rurais, contribuindo para sua permanência no campo, minimizando-se o êxodo rural e, conseqüentemente, a ocupação desordenada das grandes cidades.
- A realização da correção do solo e da gradagem na primeira fase de implantação dos SAFs foram fundamentais para o eficaz estabelecimento e crescimento dos componentes, tornando os modelos agroflorestais mais atrativos financeiramente e com melhores indicadores financeiros.
- O solo precisa de tempo para se modificar quimicamente e melhorar sua fertilidade, principalmente o pH, P, Ca e Mg, visando uma adequada produtividade dos componentes dos SAFs.
- Manter o nível adequado da matéria orgânica, Ca e Mg, por meio de fertilização complementar, para as culturas é fundamental para garantir o sucesso da implantação dos SAFs nos solos ácidos do estado de Roraima.
- Intensificar o plantio de culturas anuais nos primeiros dois ou três anos após a implantação dos SAFs deverá ocorrer, preferencialmente, acompanhado de análises químicas do solo, para verificar a necessidade de fertilização complementar aos cultivos.
- A análise financeira dos SAFs possibilita, entre outras vantagens, otimizar o uso da mão-de-obra e insumos, melhorar a agregação de valor dos produtos agroflorestais e evitar atividades desnecessárias durante o período de implantação e manejo dos SAFs.

- As informações geradas sobre custos, receitas, demanda de mão-de-obra, indicadores financeiros e riscos de mercado dos modelos agroflorestais possibilitam a abertura de novas linhas de crédito rural, por meio das agências financiadoras presentes na Amazônia.
- Recomenda-se as seguintes etapas para a implantação do SAF modelo M₁, ou seja, quando não é possível gradear, calcarear e corrigir a fertilidade do solo:
 - 1º. Ano: plantar árvores adubadoras (leguminosas arbóreas) em conjunto com os componentes de ciclo longo (árvores madeiráveis e frutíferas perenes).
 - 2º. Ano: realizar a poda das árvores adubadoras no início da estação chuvosa distribuindo o material uniformemente sobre a área. Após duas ou três semanas iniciar a semeadura das culturas anuais e plantio das frutíferas semi-perenes. As árvores adubadoras serão substituídas, gradativamente, pelas espécies perenes e semi-perenes do SAF.
 - 3º. Ano: realizar a poda das árvores adubadoras; havendo suficiente luminosidade, repete-se a semeadura das culturas anuais.

ANEXOS

TABELA A1: CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO (0 - 20 cm) DOS MODELOS M₁ E M₂, LOCALIZADOS NO CAMPO EXPERIMENTAL CONFIANÇA, RORAIMA.

Ano	Sistema	pH (H ₂ O)	Al cmolc dm ⁻³	M.O. g dm ⁻³	P mg dm ⁻³	K mg dm ⁻³	Ca cmolc dm ⁻³	Mg cmolc dm ⁻³
1995	geral	4.49	1.35	29.91	2.56	40.25	0.53	0.15
1996	M1	4.47	0.69	20.31	4.26	29.46	0.44	0.56
1996	M2	4.56	0.27	30.02	5.30	29.93	0.76	0.78
1997	M1	4.00	1.38	30.90	5.31	23.38	0.13	0.16
1997	M2	4.80	0.10	46.40	9.65	30.18	2.26	1.06
1998	M1	4.20	1.12	27.80	4.80	23.70	0.34	0.09
1998	M2	5.60	0.10	28.30	3.60	37.30	2.68	0.80
1999	M1	4.60	0.91	26.20	2.55	20.71	0.09	0.11
1999	M2	5.80	0.21	28.80	2.80	24.46	1.62	0.61
2001	M1	4.6	0.66	18	1.01	14.42	0.26	0.12
2001	M2	5	0.37	28	3.2	25.63	1.75	0.42

Fonte: o autor.

TABELA A2. PLANILHA UTILIZADA PARA A ENTRADA DE DADOS PARA A
REALIZAÇÃO DA ANÁLISE FINANCEIRA DOS SAFs.

Variáveis	Unidade	C.Unít (R\$)	Ano 1...		...Ano "n"		Total Geral
			Quant.	Total	Quant.	Total	
CUSTOS							
Espécie "A"							
Mão-de-obra							
Marcação das covas	Homem-dia	12.00					
Coveamento	Homem-dia	12.00					
Transporte das mudas	Homem-dia	12.00					
Plantio e Replatio de mudas	Homem-dia	12.00					
Capina	Homem-dia	12.00					
Aplicação de herbicidas	Homem-dia	12.00					
Aplicação de inseticidas	Homem-dia	12.00					
Adubação de cobertura	Homem-dia	12.00					
Podas de manutenção	Homem-dia	12.00					
Colheita	Homem-dia	12.00					
Insumos							
Mudas+ 5%	Unidade	0.30					
NPK 10-26-26	kg	0.74					
Sulfato de amônio	kg	0.46					
Cloreto de Potássio	kg	0.64					
Super fosfato simples	kg	0.44					
herbicida	l	17.00					
Inseticida	l	39.00					
Sub-Total							
Custo Total							
RECEITAS							
Receita Arroz	kg	0.30					
Receita Banana	kg	0.50					
Receita Mandioca	kg	0.15					
Receita Cupuaçu	kg	1.70					
Receita Pupunha	cacho	2.50					
Receita Castanha (frutos)	kg	0.50					
Receita Castanha (madeira)	m ³	25.00					
Receita Cupiúba(madeira)	m ³	15.00					
RECEITA BRUTA							
RENDA LÍQUIDA							

Fonte: o autor.

TABELA A3.01: ALTERAÇÕES DO TEMPO DE RETORNO DE INVESTIMENTO (TRI) DE ACORDO COM AS VARIAÇÕES NOS CUSTOS E INSUMOS DO MODELO M₁ DURANTE O PERÍODO DE 20 ANOS.

TRI		Ano																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Real	I	465	972	1890	2101	2365	3125	3846	4672	5637	6995	8609*	10262	11953	13690	15471	17253	19034	20816	22597	28679
	C	1687	3729	4962	5827	6325	6805	7225	7513	7777	8083	8359*	8635	8923	9211	9487	9739	9979	10231	10471	11787
C +10	C	1856	4102	5459	6409	6957	7485	7947	8264	8554	8891	9195	9498*	9815	10132	10435	10713	10977	11254	11518	12965
C +20	C	2025	4474	5955	6992	7590	8166	8670	9015	9332	9699	10030	10362	10707*	11053	11384	11686	11974	12277	12565	14144
C -10	C	1519	3356	4466	5244	5692	6124	6502	6761	6999	7274	7523*	7771	8030	8290	8538	8765	8981	9208	9424	10608
C -20	C	1350	2983	3970	4661	5060	5444	5780	6010	6221	6466*	6687	6908	7138	7369	7589	7791	7983	8185	8377	9429
CMO +10	C	1794	3968	5305	6217	6765	7293	7755	8072	8362	8699	9002	9306*	9623	9939	10243	10520	10784	11061	11325	12693
CMO +20	C	1901	4207	5649	6607	7205	7781	8285	8631	8947	9315	9646	9977*	10323	10668	10999	11302	11590	11892	12180	13599
CMO -10	C	1581	3490	4619	5436	5884	6316	6694	6954	7191	7467	7715*	7963	8223	8482	8730	8957	9173	9400	9616	10880
CMO -20	C	1474	3251	4276	5046	5444	5828	6164	6395	6606	6851*	7072	7292	7523	7753	7974	8176	8368	8569	8761	9974
CINS +10	C	1750	3862	5115	6019	6517	6997	7417	7705	7969	8275	8551*	8827	9115	9403	9679	9931	10171	10423	10663	12059
CINS +20	C	1812	3996	5269	6211	6709	7189	7609	7897	8161	8467	8743	9019*	9307	9595	9871	10123	10363	10615	10855	12331
CINS -10	C	1625	3595	4809	5634	6132	6612	7032	7320	7584	7890	8166*	8442	8730	9018	9294	9546	9786	10038	10278	11514
CINS -20	C	1563	3461	4656	5442	5940	6420	6840	7128	7392	7698	7974*	8250	8538	8826	9102	9354	9594	9846	10086	11242
RB +10	I	512	1069	2079	2311	2602	3438	4231	5140	6201	7695	9470*	11289	13149	15059	17018	18978	20938	22897	24857	31547
RB +20	I	558	1166	2268	2521	2838	3750	4616	5607	6765	8394*	10331	12315	14344	16428	18566	20703	22841	24979	27117	34415
RB -10	I	419	874	1701	1891	2129	2813	3462	4205	5074	6296	7748	9236*	10758	12321	13924	15528	17131	18734	20338	25811
RB -20	I	372	777	1512	1681	1892	2500	3077	3738	4510	5596	6887	8210	9563*	10952	12377	13802	15227	16653	18078	22943

Obs: *: valores indicam o período em que ocorreu o TRI (ingressos maiores que os custos); Real= dados originais; I= ingressos; C= custos; C +10= aumento de 10% nos custos; C +20= aumento de 20% nos custos; C -10= redução de 10% dos custos; C -20= redução de 20% dos custos; CMO +10= aumento de 10% nos custos de mão-de-obra; CMO +20= aumento de 20% nos custos de mão-de-obra; CMO -10= redução de 10% dos custos de mão-de-obra; CMO -20= redução de 20% dos custos de mão-de-obra; CINS +10= aumento de 10% nos custos de insumos; CINS +20= aumento de 20% nos custos de insumos; CINS -10= redução de 10% dos custos de insumos; CINS -20= redução de 20% dos custos de insumos; RB +10= aumento de 10% na receita bruta (ingressos); RB +20= aumento de 20% na receita bruta; RB -10= redução de 10% na receita bruta; RB -20= redução de 20% na receita bruta.

Fonte: o autor.

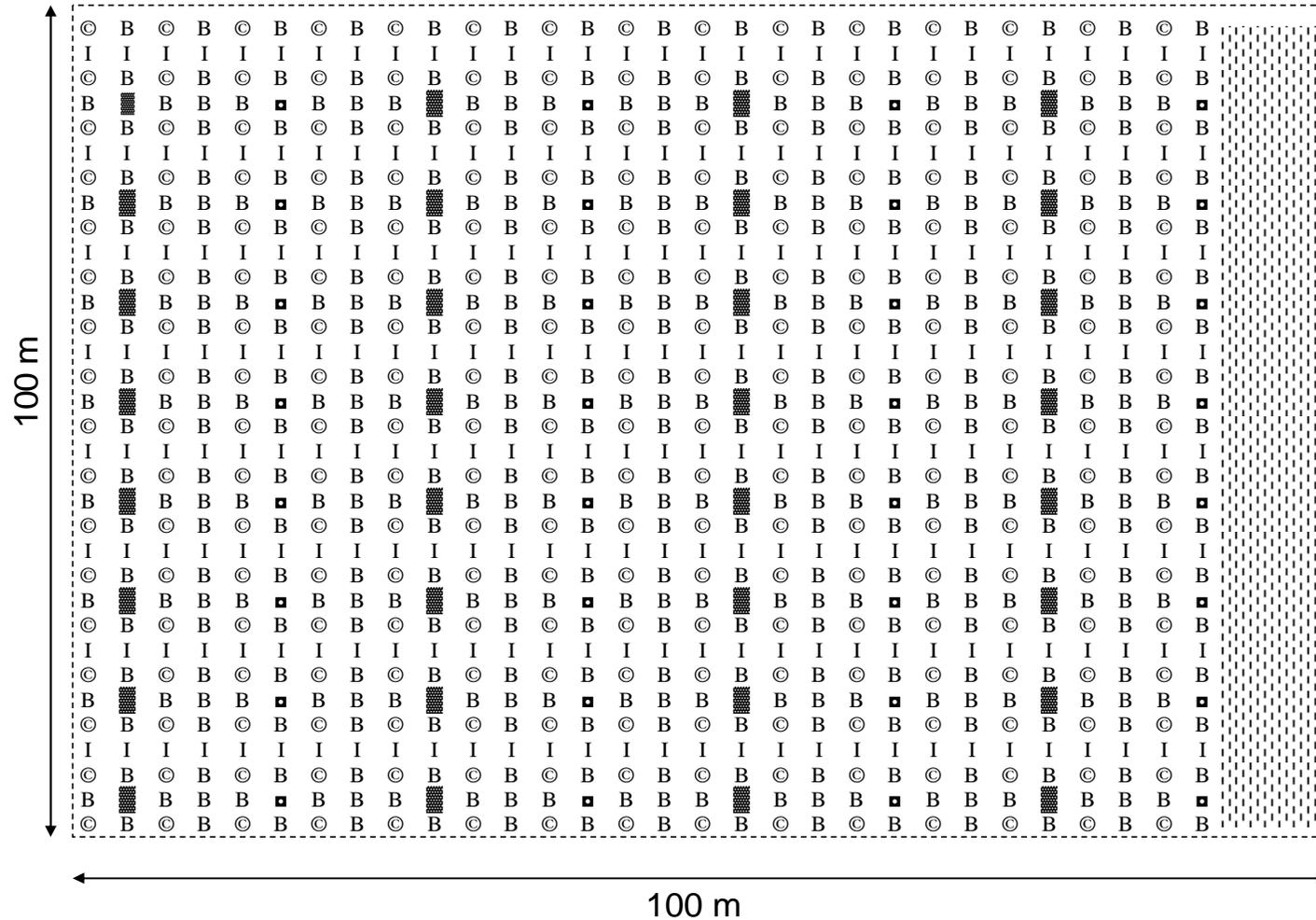
TABELA A3.02: ALTERAÇÕES DO TEMPO DE RETORNO DE INVESTIMENTO (TRI) DE ACORDO COM AS VARIAÇÕES NOS CUSTOS E INSUMOS DO MODELO M₂ DURANTE O PERÍODO DE 20 ANOS.

TRI		Ano																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Real	I	996	1833	4119	4390	5524	7090	8556	9855*	11410	13342	15382	17454	19542	21660	23813	25966	28119	30264	32410	38455
	C	3367	5269	6464	7341	7755	8199	8619	8907*	9171	9489	9765	10041	10329	10617	10929	11181	11433	11685	11937	13229
C+10	C	3704	5796	7110	8075	8531	9019	9481	9798*	10088	10438	10742	11045	11362	11679	12022	12299	12576	12854	13131	14552
C+20	C	4040	6323	7756	8809	9306	9839	10343	10688	11005*	11387	11718	12049	12395	12740	13115	13417	13720	14022	14324	15875
C-10	C	3030	4742	5817	6607	6980	7379	7757*	8016	8254	8540	8789	9037	9296	9555	9836	10063	10290	10517	10743	11906
C-20	C	2694	4216	5171	5873	6204	6559*	6895	7126	7337	7591	7812	8033	8263	8494	8743	8945	9146	9348	9550	10583
CMO+10	C	3501	5519	6814	7734	8189	8677	9139	9456*	9747	10096	10400	10704	11020	11337	11680	11958	12235	12512	12789	14130
CMO+20	C	3636	5769	7164	8126	8623	9156	9660	10005	10322*	10704	11035	11366	11712	12057	12432	12734	13036	13339	13641	15032
CMO-10	C	3233	5020	6114	6948	7321	7721	8099*	8358	8595	8882	9130	9378	9638	9897	10178	10404	10631	10858	11085	12328
CMO-20	C	3098	4770	5764	6556	6887	7242	7578*	7809	8020	8274	8495	8716	8946	9177	9426	9628	9830	10031	10233	11426
CINS+10	C	3569	5547	6760	7683	8097	8541	8961	9249*	9513	9831	10107	10383	10671	10959	11271	11523	11775	12027	12279	13651
CINS+20	C	3772	5824	7056	8024	8438	8882	9302	9590*	9854	10172	10448	10724	11012	11300	11612	11864	12116	12368	12620	14072
CINS-10	C	3165	4992	6167	6999	7413	7857	8277*	8565	8829	9147	9423	9699	9987	10275	10587	10839	11091	11343	11595	12807
CINS-20	C	2962	4715	5871	6658	7072	7516	7936*	8224	8488	8806	9082	9358	9646	9934	10246	10498	10750	11002	11254	12386
RB +10	I	1095	2016	4531	4829	6076	7799	9411*	10840	12551	14676	16920	19200	21496	23826	26194	28562	30931	33291	35651	42301
RB +20	I	1195	2199	4943	5268	6629	8508*	10267	11826	13692	16010	18458	20945	23450	25992	28575	31159	33742	36317	38892	46146
RB -10	I	896	1649	3707	3951	4971	6381	7700	8869	10269*	12007	13843	15709	17587	19494	21431	23369	25307	27238	29169	34610
RB -20	I	797	1466	3295	3512	4419	5672	6845	7884	9128	10673*	12305	13963	15633	17328	19050	20773	22495	24211	25928	30764

Obs: *: valores indicam o período em que ocorreu o TRI (ingressos maiores que os custos); Real= dados originais; I= ingressos; C= custos; C +10= aumento de 10% nos custos; C +20= aumento de 20% nos custos; C -10= redução de 10% dos custos; C -20= redução de 20% dos custos; CMO +10= aumento de 10% nos custos de mão-de-obra; CMO +20= aumento de 20% nos custos de mão-de-obra; CMO -10= redução de 10% dos custos de mão-de-obra; CMO -20= redução de 20% dos custos de mão-de-obra; CINS +10= aumento de 10% nos custos de insumos; CINS +20= aumento de 20% nos custos de insumos; CINS -10= redução de 10% dos custos de insumos; CINS -20= redução de 20% dos custos de insumos; RB +10= aumento de 10% na receita bruta (ingressos); RB +20= aumento de 20% na receita bruta; RB -10= redução de 10% na receita bruta; RB -20= redução de 20% na receita bruta.

Fonte: o autor.

FIGURA A3.03: REPRESENTAÇÃO DO MODELO AGROFLORESTAL OTIMIZADO EM UMA ÁREA DE 1 ha.



Legenda: ☐ castanha-do-Brasil; ■ cupiúba; © cupuaçuzeiro; B bananeira; I ingazeiro; ''' culturas anuais; --- cerca viva de *Gliricidia sepium*.
 Fonte: o autor.

TABELA A4: PRODUTIVIDADE DOS COMPONENTES DOS SAFS M₁ E M₂, DURANTE O PERÍODO DE 20 ANOS.

CULTURAS	Un	Anos																				Total	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
SAF M₁																							
Arroz	kg	1550	1413	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2963	
Bananeira	kg	0	165	356	247	291	285	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1345	
Mandioca	kg	0	0	4935	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4935	
Cupuaçuzeiro	kg	0	0	0	0	6	272	313	380	450	560	660	660	660	660	660	660	660	660	660	660	8582	
Pupunheira	cacho	0	0	0	35	43	62	75	72	80	72	70	68	65	65	65	65	65	65	65	65	1097	
Castanheira (frutos)	kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	452	633	723	813	904	994	994	994	994	994	994	9489	
Castanheira (madeira)	m ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	
Cupiúba (madeira)	m ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	120
SAF M₂																							
Milho	kg	3319	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3319	
Bananeira	kg	0	250	1407	276	1765	1104	732	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5535	
Soja	kg	0	1779	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1779	
Mandioca	kg	0	0	10555	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10555	
Cupuaçuzeiro	kg	0	0	0	0	39	479	510	620	750	830	830	830	830	830	830	830	830	830	830	830	11528	
Pupunheira	cacho	0	0	0	53	74	80	93	98	112	118	125	120	108	102	98	98	98	95	95	95	1662	
Castanheira (frutos)	kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	452	633	723	813	904	994	994	994	994	994	994	9489	
Castanheira (madeira)	m ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	90	
Cupiúba(madeira)	m ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110	110

Fonte: o autor.