

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 contribuyeran 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.