



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA

LUIZ BENEDITO VARELA

**ANÁLISE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO E DO RISCO EM SISTEMAS
AGROFLORESTAIS E SISTEMAS DE PRODUÇÃO TRADICIONAIS:
TOMÉ-AÇU, PARÁ - 2001 a 2003.**

**BELÉM
2006**

LUIZ BENEDITO VARELA

**ANÁLISE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO E DO RISCO EM SISTEMAS
AGROFLORESTAIS E SISTEMAS DE PRODUÇÃO TRADICIONAIS:
TOMÉ-AÇU, PARÁ - 2001 a 2003.**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA como parte dos requisitos para a obtenção do título de doutor em Ciências Agrárias.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Cordeiro de Santana

**BELÉM
2006**

Varela, Luiz Benedito

Análise econômica da produção e do risco em sistemas agroflorestais e sistemas de produção tradicionais: Tomé-Açu, Pará – 2001 a 2003 / Luiz Benedito Varela – Belém, 2006.
196f.:iL.

Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2006.

1. Sistemas de produção. 2 SAF.3. Função de produção dinâmica. 4 Escala de produção. 5. Eficiência econômica.. 6.Rentabilidade e sustentabilidade. I. Título.

CDD – 338.17499



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
COORDENADORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO
CURSO DE DOUTORADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**ATA DA REUNIÃO DA COMISSÃO JULGADORA DO EXAME FINAL
DE TESE DO DOUTORANDO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

LUIZ BENEDITO VARELA

Ao vigésimo quarto dia do mês de março de dois mil e seis, as quatorze e trinta horas no Salão Verde do Prédio Central da UFRA em sessão pública, sob a presidência do professor **Dr. ANTONIO CORDEIRO DE SANTANA**, reuniu-se a Comissão Julgadora do Exame Final de Tese do doutorando **LUIZ BENEDITO VARELA**, discente do Curso de Doutorado em Ciências Agrárias, assim constituída: **Dr. JOSÉ OTÁVIO MAGNO PIRES**, **Dr. JORGE ALBERTO GAZEL YARED**, **Dr. MÁRIO AMIN GARCIA HERREROS**, **Dr. FERNANDO ANTÔNIO TEIXEIRA MENDES**. Iniciada a sessão, o discente submeteu-se ao exame de sua tese intitulada "ANÁLISE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO E DO RISCO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS E SISTEMAS TRADICIONAIS DO MUNICÍPIO DE TOMÉ-AÇÚ-Pará. 2001-2003". Após a explanação da tese feita pelo estudante e a arguição feita pela banca examinadora, o candidato foi considerado **APROVADO**, o que lhe assegurará o direito ao título de "DOUTOR EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS", Área de Concentração: **SISTEMAS AGROFLORESTAIS**, quando entregar na coordenação do curso à versão definitiva de sua Tese e a comprovação do envio para publicação de dois trabalhos científicos extraídos da mesma. Nada mais havendo a tratar eu, Shirley Costa de Barros, na qualidade de Secretária do Curso, lavrei a presente ata que aprovada, foi assinada pelos senhores membros da Comissão Julgadora, pelo Coordenador do Curso e por mim.

Belém, 24 de março de 2006

COMISSÃO JULGADORA:

Presidente: **Dr. ANTONIO CORDEIRO DE SANTANA**

Primeiro Examinador: **Dr. JOSÉ OTÁVIO MAGNO PIRES**

Segundo Examinador: **Dr. JORGE ALBERTO GAZEL YARED**

Terceiro Examinador: **Dr. MÁRIO AMIN GARCIA HERREROS**

Quarto Examinador: **Dr. FERNANDO ANTÔNIO TEIXEIRA MENDES**

Coordenador do Curso: **Dr. PAULO FERNANDO DA SILVA MARTINS**

Secretária: **SHIRLEY COSTA DE BARROS**

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA

**ANÁLISE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO E DO RISCO EM SISTEMAS
AGROFLORESTAIS E SISTEMAS DE PRODUÇÃO TRADICIONAIS:
TOMÉ-AÇU, PARÁ - 2001 a 2003.**

LUIZ BENEDITO VARELA

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA como parte dos requisitos para a obtenção do título de doutor em Ciências Agrárias.

Aprovada em 24 de março de 2006

Prof Dr. Antônio Cordeiro de Santana
Orientador - UFRA

Prof. Dr. Mario Miguel Amin Garcia Herreros
Examinador externo - UNAMA

Prof. Dr. Jorge Alberto Gazel Yared
Examinador - EMBRAPA

Prof. Dr. Fernando Antônio Teixeira Mendes
Examinador externo - UNAMA

Prof. Dr. José Otavio Magno Pires
Examinador externo- UNAMA

AGRADECIMENTOS

A DEUS, nosso Criador e Senhor, pela sua infinita bondade;

À minha família, Janete e filhos, pela compreensão e apoio;

Aos meus irmãos Guiomar e José Adalto Varela;

Ao meu sempre Reitor e amigo caríssimo, professor Édson Franco;

Aos professores Francisco Cardoso, Diretor do CESA-UNAMA e Roberto Alcântara, Coordenador do Curso de Ciências Econômicas, amigos especiais;

Ao meu orientador e amigo, professor doutor Antônio Cordeiro de Santana, pela sua dignidade e competência;

Aos professores doutores Mário Amin, Fernando Mendes, Jorge Yared, Paulo Contente, Osvaldo Kato, Paulo Martins e Otavio Pires, pela valiosa contribuição prestada na elaboração deste trabalho; ao Sr. Michinori Konagano, Diretor da CAMTA, e aos técnicos da Cooperativa, pelo apoio na consecução da Base de Dados da pesquisa;

Ao amigo especial Anivaldo Vale, com quem muito aprendi e, juntos, conseguimos superar momentos difíceis; ao professor doutor João Sayad, pela apreciação e sugestões ao trabalho;

Aos professores Dilamar Dalemolle, Mônica Ferreira, Elizabeth Bentes e Francisco Félix, amigos de todas as horas;

Aos meus colegas da FIPE-USP, Antônio Rocha Magalhães, Lázaro Mangabeira, Antônio Vasques, Garcia Gasques, e Francisco de Assis Mourão;

Aos colegas do BASA, Nilo Barroso, Ivan Frota, Antônio Britto, Fernando Castro, Frederico Andrade, Vancrílio Gonçalves, Almério Bahury e aos amigos do Maranhão, João Castelo, Cordeiro, José Mário, José Joaquim, Luizinho, Mauro Fecury, Murilo Gago, Joaquim Itapary, Roberto Macieira e Nelson Almada Lima;

Aos amigos Magaly, Gleice, Eliana e André da secretaria do CESA-UNAMA e a Shirley, secretária do curso de doutorado da UFRA, pelo apoio inestimável prestado à elaboração deste documento;

E, a todos aqueles que a memória não permitiu lembrar, mas o coração nunca haverá de esquecer, o meu **muito obrigado!**

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	9
RESUMO.....	12
ABSTRACT.....	14
CAPITULO I - INTRODUÇÃO	
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	16
1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA.....	19
1.3 JUSTIFICATIVA.....	26
1.4 OBJETIVOS	29
1.4.1 Objetivo Geral	29
1.4.2 Objetivos Específicos	29
1.5 HIPÓTESE DE TRABALHO.....	30
CAPITULO II - REVISÃO DE LITERATURA E REFERENCIAL TEÓRICO.....	31
2.1 TOMÉ-AÇU: HISTORIA DA COLONIZAÇÃO AGRÍCOLA.....	31
2.2 SISTEMAS E SUSTENTABILIDADE.....	34
2.3 ESTUDO DE BASE DOS SAF	39
2.3.1 Classificação dos Sistemas Agroflorestais.....	44
2.3.2 Vantagens e Desvantagens dos SAF.....	45
2.4 PRODUÇÃO E RISCO NA AGRICULTURA.....	49
2.4.1 Função de Produção Dinâmica.....	49
2.4.2 Base teórica do Risco.....	55
CAPITULO III - ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	64
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	64
3.1.1 Aspectos Gerais.....	64
3.1.2 Demografia, Ocupação e Uso da Terra.....	67

3.2 MODELOS DE ANALISE.....	71
3.2.1. Rentabilidade.....	71
3.2.2. Modelo de Análise Fatorial.....	72
3.2.3. Função de Produção Dinâmica.....	78
3.2.4. Economia de Escala.....	80
3.2.5. Eficiência Econômica.....	83
3.3 BASE DE DADOS.....	84
CAPITULO IV - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	87
4.1 ANÁLISE DE RENTABILIDADE.....	88
4.1.1 Renda Bruta.....	88
4.1.2 Custo Total.....	91
4.1.3 Estoque de Investimentos.....	96
4.1.4 Rentabilidade Econômica.....	100
4.1.5 Relação entre Produtividade e Biomassa.....	103
4.1.6 SAF: Biomassa e ‘Seqüestro’ de Carbono.....	106
4.2 ANÁLISE DE FATOR.....	110
4.2.1 Análise de Fator em nível de Sistema (SAF e ST).....	110
4.2.2 Fatores Determinantes do VBP em Sistema.....	113
4.2.3 Fatores Determinantes do Risco ϵ em Sistema.....	115
4.2.4 Análise de Fator em Unidade Produtiva (UPSAF e UPST).....	117
4.2.5 Fatores Determinantes do VBP em Propriedade (UP).....	120
4.2.6 Fatores Determinantes do Risco ϵ em UPSAF e UPST.....	122
4.3 ANÁLISE DO MODELO DINÂMICO DE REGRESSÃO.....	125
4.3.1 Variáveis Determinantes do VBP em Sistema (SAF e ST).....	125
4.3.2 Determinantes do Risco (Log IRI) em Sistema.....	129
4.3.3 Determinantes do VBP em UPSAF e UPST.....	132
4.3.4 Determinantes do Risco (Log IRI) em Propriedade (UP).....	136
4.4 ANÁLISE DE RETORNO À ESCALA DE PRODUÇÃO.....	138
4.4.1 Escala de Produção em nível de Sistema.....	139
4.4.2 Escala de Produção em Unidade Produtiva.....	140

4.5 EFICIÊNCIA ECONÔMICA.....	142
4.5.1 Eficiência Econômica em Sistema.....	143
4.5.2 Eficiência Econômica em Propriedade (UP).....	146
CAPITULO V – CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	149
REFERÊNCIAS.....	154
APÊNDICES	
Apêndice 1 - Base de Dados.....	169
Apêndice 2 – Formulário e Orientações da Pesquisa de Campo.....	179
Apêndice 3 – Nomes Científicos das Espécies Vegetais e Animais.....	194

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Ocupação econômica da população nipo-brasileira. Tomé-Açu, Pará. 1996.....	68
Tabela 2 – Uso da terra por tamanho da propriedade em ha. Tomé-Açu, Pará. 1996.....	69
Tabela 3 – Renda bruta média anual das UPSAF a preços de 2003. Tomé-Açu, Pará. 2001 a 2003. R\$ 1,00.....	88
Tabela 4 – Renda bruta média anual das UPST a preços de 2003. Tomé-Açu, Pará. 2001 a 2003. R\$ 1,00.....	90
Tabela 5– Custo total de produção: média anual das UPSAF a preços de 2003. Tomé-Açu, Pará. 2001 a 2003. R\$ 1,00.....	92
Tabela 6 – Custo total de produção média anual das UPST a preços de 2003. Tomé-Açu, Pará. 2001 a 2003. R\$ 1,00.....	94
Tabela 7 – Períodos de maior demanda de mão-de-obra das UPSAF e UPST. Tomé-Açu, Pará. 2001 a 2003.....	95
Tabela 8 – Investimento total realizado em UPSAF até 2003. Tomé-Açu, Pará. R\$ 1,00.....	97
Tabela 9 – Investimento total realizado em UPST até 2003. Tomé-Açu, Pará. R\$1,00.....	99
Tabela 10 – Rentabilidade média anual por hectare nas UPSAF. Tomé-Açu, Pará. 2001 a 2003.....	100
Tabela 11 – Rentabilidade média anual por hectare nas UPST. Tomé-Açu, Pará. 2001 a 2003.....	101

Tabela 12 – Relação entre biomassa e produtividade agrícola nas UPST. Tomé-Açu, Pará. 2001 a 2003.....	104
Tabela 13 – Relação entre biomassa e produtividade agrícola nas UPSAF. Tomé-Açu, Pará. 2001 a 2003.....	105
Tabela 14 – Resultados dos autovalores para extração de fatores em SAF e ST Tomé-Açu, Pará. 2001 a 2003.....	110
Tabela 15 – Matriz fatorial rotacionada, Comunalidades e Escores em SAF e ST Tomé-Açu, Pará. 2001 a 2003.....	111
Tabela 16 –Regressão estimada do VBP em função dos fatores F_1 , F_2 e F_3 em SAF e ST. Tomé-Açu, Pará. 2001 a 2003.....	113
Tabela 17 –Regressão estimada do Risco em função dos fatores F_1 , F_2 e F_3 em SAF e ST. Tomé-Açu, Pará. 2001 a 2003.....	115
Tabela 18 – Resultados dos autovalores para extração de fatores em UPSAF e UPST. Tomé-Açu, Pará. 2001 a 2003.....	117
Tabela 19 – Matriz fatorial rotacionada, Comunalidades e Escores em UPSAF e UPST. Tomé-Açu, Pará. 2001 a 2003.....	118
Tabela 20 –Regressão estimada do VBP em função dos fatores F_1 e F_2 em UPSAF e UPST. Tomé-Açu, Pará. 2001 a 2003.....	120
Tabela 21–Regressão estimada do Risco em função dos fatores F_1 e F_2 em UPSAF e UPST. Tomé-Açu, Pará. 2001 a 2003.....	122
Tabela 22–Regressão estimada do VBP como função dinâmica dos fatores de produção em SAF e ST. Tomé-Açu, Pará. 2001 a 2003.....	125
Tabela 23–Regressão estimada do Risco como função dinâmica dos fatores de produção em SAF e ST. Tomé-Açu, Pará. 2001 a 2003.....	130

Tabela 24 – Regressão estimada do VBP como função dinâmica dos fatores de produção em UPSAF e UPST. Tomé-Açu, Pará. 2001 a 2003....	133
Tabela 25 – Regressão estimada do Risco como função dinâmica dos fatores de produção em UPSAF e UPST. Tomé-Açu, Pará. 2001 a 2003..	136
Tabela 26 – Coeficientes de elasticidade de produção em SAF e ST. Tomé-Açu, Pará. 2001 a 2003.....	139
Tabela 27 – Coeficientes de elasticidade de produção em UPSAF e UPST. Tomé-Açu, Pará. 2001 a 2003.....	140
Tabela 28 – Eficiência Econômica: VBP/Xi, VPMe, VPMg e Preço em SAF e ST. Tomé-Açu, Pará. 2001 a 2003.....	144
Tabela 29 – Eficiência Econômica: VBP/Xi, VPMe, VPMg e Preço em UPSAF e UPST. Tomé-Açu, Pará. 2001 a 2003.....	146
Tabela 30 – Base de dados dinâmica das UPSAF e UPST. Tomé-Açu, Pará. 2002 e 2003 com VBP ₁ de 2001.....	170
Tabela 31 – Base de dados dinâmica dos SAF e ST. Tomé-Açu, Pará. 2002 e 2003 com VBP ₁ de 2001.....	174

RESUMO

Este estudo tem por objetivo avaliar a rentabilidade, identificar os fatores determinantes da produção e analisar o risco, o retorno à escala e a eficiência econômica dos sistemas agroflorestais (SAF) e dos sistemas de produção tradicionais (ST) praticados há vários anos pela comunidade nipo-brasileira no município de Tomé-Açu, Estado do Pará. Os dados de campo referem-se ao período de 2001, 2002 e 2003 e a metodologia utilizada baseia-se em três modelos de análise: o primeiro usa métodos estatísticos para estimar a rentabilidade econômica do SAF e ST, compilando a renda, os custos e os investimentos; o segundo utiliza a análise de fator para identificar os principais fatores representativos do conjunto de variáveis e estimar as regressões do valor bruto da produção e do risco; o terceiro utiliza o modelo dinâmico autoregressivo da função de produção para examinar as variáveis determinantes do valor bruto da produção nos SAF e ST sob condições de risco, - além de avaliar a economia de escala e a eficiência econômica desses sistemas. Os resultados da análise de fator em nível de sistema indicam que os fatores **produção física** e **competitividade do produto** influenciam positivamente o VBP, mas o primeiro representa fonte de risco dos sistemas analisados; e, a **capacidade de gestão**, além de não influenciar a produção constitui fonte de risco desses sistemas. Em nível de propriedade, a análise de fator indica que a **produção racional** e a **competitividade do produto** afetam positivamente o VBP, mas o primeiro fator constitui fonte de risco dos sistemas estudados. Os resultados do modelo dinâmico autoregressivo concluem que a área cultivada, os insumos, a tecnologia e a produção defasada (exceto a mão-de-obra contratada e as máquinas e equipamentos), afetam diretamente o VBP dos SAF e dos ST, apresentando-se coerentes com o postulado teórico da função de produção dinâmica. A variável *dummy* da função mostrou diferença cumulativa a menor no VBP dos SAF em comparação com o dos ST, de um ano para outro. Os resultados da função risco mostram que o uso dos fertilizantes e defensivos reduz o nível de risco, mas a expansão da tecnologia ora adotada, se não combinada adequadamente com os demais fatores, aumenta o risco da produção. Ademais, a variável *dummy* aponta diferença de risco a menor dos SAF em relação aos ST, tanto em nível de sistema

como de propriedade. Quanto à análise da escala de produção os dados mostram que os sistemas estudados atuam na faixa de retornos decrescentes e com relação à eficiência os resultados sugerem que o ótimo econômico depende da expansão da área cultivada, do aumento do uso dos insumos e da recombinação da tecnologia de produção, da mão-de-obra contratada e do capital com os outros fatores de produção. Diante das evidências, o estudo sugere duas medidas: a primeira, pela expansão da escala de produção mediante aumento do uso dos fatores que se situam no estágio racional da produção e a redução e adequação do uso da tecnologia, da mão-de-obra e das máquinas e equipamentos, melhorando, com isso a hipótese **risco-eficiência**; e, a segunda, à busca de maior fatia de mercado (*market share*) em substituição ao lucro ótimo que passaria a constituir um objetivo estratégico de longo prazo, quando a escala de produção atingisse o seu custo médio mínimo. Os resultados mostram que os SAF além de oferecer menor risco do que os sistemas tradicionais apresentam maior rentabilidade econômica do que aqueles, evidenciando melhor **sustentabilidade** associada à manutenção da produtividade do solo, provavelmente em decorrência da sua maior produção de biomassa em relação aos sistemas tradicionais de produção, credenciando-o como sistema indicado a contribuir para o seqüestro do carbono e a despoluição ambiental, benefício este que consolida a viabilidade econômica desse sistema.

Palavras-chave: Sistemas de Produção, SAF, Função de Produção Dinâmica, Risco, Escala de Produção, Eficiência Econômica, Rentabilidade e Sustentabilidade.

ABSTRACT

This study intends to evaluate rentability, to identify the determinants production inputs and to analyze the risk, economy of scale and economic efficiency of the **agroforestry (SAF)** and **traditional agricultural (ST)** systems, cultivated in eighteen different small (and medium) farms at Tomé-Açu, Pará, Brazil. The research's data was raised from 2001 to 2003, and the methodology is based in three economic analysis models: the first one estimates the **economic rentability** of this systems by using the statistic methods applied to the gross production value (VBP), costs and the accumulated investment in each farm until 2003; the second model uses the **factor analysis** in order to identify the mainly representative **factors** of the variable samples, including the **VBP and risk estimated** by regressions, using the ordinary least square (OLS) method; the third model uses the **dynamic autoregressive model** in order to verify the determinant variables of the **VBP estimated under risk conditions** – also evaluating, the **economy of scale** and the **economic efficiency** of the SAF and ST. The second and third models develop two levels of analysis: at **system level** and at **property (or farm) level**. The results of factor analysis at system level indicate that the **physical production** and **product's competitiveness** factors affect directly the VBP, but only the first one factor means source of risk to the analyzed systems, The **management capacity** factor does not affect both, SAF and ST's gross production value (VBP), but it brings serious risk for those systems. Another hand, results of the factor analysis at property level indicate that the **rational production** and the **product's competitiveness** factors affect directly the VBP, but only the first one generate risk to the studied systems. The **dynamic regression model** results showed that the cultivated area, inputs, technology and the one period lagged VBP (except labor and machinery) have positive impacts on the current VBP of the two systems analyzed, **according the dynamic production function's theory**. Furthermore, the **dummy** variable shows a minor accumulative difference of the SAF's VBP in comparison with ST's VBP, from one period (year) to another. The **estimated risk function** results indicate that the use of fertilizer and pesticides reduce the risk level of the two systems, but the current technology, if it should not be best comminuted with another production inputs, it can t expand the risk level of

production. In addition to this, the **dummy** indicates that the SAF presents minor risk level than the ST, at system and farm levels. The results from the **economy of scale** analysis show that the SAF and ST are operating with decreasing returns, and results from the **economic efficiency** indicate that the *optimal condition* depends on increasing in cultivated area, major inputs use and a best combination of the technology, permanent labor and machinery with another production inputs. Under these conclusions, the study suggests two measures: 1) the first one suggests the increase in scale of production by expanding the inputs located in rational production stage (II), as well as the reduction use and best combination of the technology, labor and machinery – these last two resources operating currently in the non-rational production stage (III); these measures probably will improve the allocative efficiency and the **risk-efficiency** hypothesis; and, 2) the second, suggests the search for major **market share**, in substitution of the **optimal profit**, which would be a strategic goal (long term), when the production scale gets to operate with the **minimum average cost**. It is possible, because the current results show that the SAF, besides presenting minor risk level than the ST, presents too major rentability than the traditional production systems. This relative **economic sustainability** of the SAF associated to the **soil fertility and productivity**, is probably generated by its capacity of **biomass** production, from which emerges its contribution in **carbon capturing**, important role of the SAF in maintaining of the **environmental control** as a *Clean Development Mechanism* (CDM), according Kyoto Protocol.

Key-Words: Production Systems, SAF, Dynamic Production Function, Risk, Economy of Scale, Economic Efficiency, Rentability and Sustainability.

CAPITULO I - INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Desde meados do século passado, a agricultura brasileira vem experimentando mudanças nos métodos de produção e na produtividade, especialmente com a revolução verde. No final da década de 70, os modelos de monocultura, predominantemente adotados no Centro-Sul, Sudeste e, em menor escala no Norte do país, apresentavam instabilidade na produção e preços, devido aos riscos relativos a mercado, problemas fitossanitários e quebra de safra.

Algumas culturas de exportação priorizadas pelo II Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND) foram exemplos disso. Os produtores de pimenta-do-reino (*piper nigrum*), seringueira (*hevea brasiliensis*), café (*coffea arabica*) e cacau (*theobroma cacao*) sofreram com a queda dos preços no mercado internacional, que se acentuou nos anos 80, contribuindo para desorganizar a produção e desestimular os agricultores. Além disso, a escassez e o encarecimento do crédito agrícola, por conta da elevação dos níveis de inflação, limitaram os investimentos às culturas de ciclo longo, prejudicando a expansão desses cultivos.

Os problemas relacionados aos cultivos de exportação levaram os agricultores a buscar alternativas como a pecuária e a agricultura de subsistência. Contudo, essas alternativas agravaram os problemas ambientais, posto que os modelos de pecuária extensiva (grandes projetos) e de agricultura de subsistência, esta de caráter migratório ou nômade, intensificaram os desmatamentos na Região (MENDES, 1997).

A taxa de desflorestamento bruto na Amazônia Legal passou de 0,25% em 1979 para 0,48% ao ano em 1999, dobrando de magnitude. Nesse período, a

área desmatada passou de 20,1 para 56,9 milhões de hectares, o que corresponde a 15% da área de floresta da Região (IBGE, 2002).

A preocupação com os efeitos negativos dos desmatamentos sobre a biodiversidade, o clima, as bacias hidrográficas e, enfim, sobre a qualidade de vida do homem, mobilizou os ambientalistas, os governantes e a comunidade internacional na busca de políticas de controle ambiental, culminando com o estabelecimento de medidas formais através da Conferencia Mundial realizada em 1992, no Rio de Janeiro.

Na tentativa de superar esses problemas, os produtores buscam o estabelecimento de um modelo de produção sustentável do ponto de vista ambiental, econômico e social, e já se observa, em várias regiões, o início da gradativa substituição da prática do monocultivo ou criatório tradicional por um modelo de produção que combina dois ou mais cultivos e criatórios ao mesmo tempo, de forma organizada.

A literatura mostra que a combinação de duas ou mais atividades rurais numa mesma área pode resultar em efeitos sinérgicos positivos, no sentido da obtenção de maior produção e/ou menor risco para o produtor e outros agentes, em razão da utilização mais eficiente dos fatores de produção e das condições de mercado - não obstante a redução da produtividade de cada componente individual, em razão da diminuição do número de cada cultivar por unidade de área.

Esse processo de mudança de práticas agrícolas ocorreu em várias regiões do país a partir dos anos 70, notadamente na Bahia (Una), no Acre, Amazonas, Rondônia (Ouro Preto), no Pará (Monte Alegre, Acará e Tomé-Açú) e em outras localidades da Amazônia.

A introdução organizada desse novo sistema de produção com diferentes combinações de cultivos e criatórios, sempre com a presença de uma espécie

florestal – conhecidos como sistemas agroflorestais (SAF) - vêm se consolidando de forma gradativa em Tomé-Açu e outras regiões, ao lado dos sistemas de produção chamados tradicionais (HOMMA, 1998; BAENA; FALESI, 1999).

Considerado como um sistema complexo de produção agrícola, dada a pluriatividade inerente as suas múltiplas espécies componentes - com diferentes ciclos, funções e resultados no conjunto da produção total da unidade produtiva, - os SAF podem proporcionar, segundo o ICRAF (1998), maior sustentabilidade do que os outros modelos de produção conhecidos.

O conceito de sustentabilidade inerente ao SAF está associado diretamente a maior **eficiência**, **estabilidade** e **resiliência** que esse sistema pode proporcionar em comparação com os demais modelos de produção (REIJNTES, C., HAVERKORT B. & WATERS-BAYERA.1994). Eficiência no sentido de melhor aproveitamento relativo dos insumos e fatores de produção; estabilidade no sentido da menor variação da produção e, resiliência no sentido da capacidade de auto-recuperação e regeneração do sistema no contexto do (e junto com) seu ecossistema.

Todavia, duas questões adicionais preocupam os pesquisadores e produtores na decisão sobre a adoção dos SAF: a) a escala espacial e de tempo da produção; e, b) o monitoramento da sustentabilidade desse sistema, não só através de indicadores ambientais, mas também de estudos e indicadores que assegurem sua sustentabilidade econômica e social. A viabilidade econômica dos SAF também depende, de certa forma, do papel relevante que esse tipo de sistema desempenha na constituição da biomassa e no saneamento ambiental através dos créditos de carbono.

Apesar de alguns estudos indicarem que os SAF diversificam a produção, racionalizam o uso de recursos e diminuem o risco de mercado, a decisão do produtor sobre a adoção desse novo modelo ou sobre a substituição do modelo de produção tradicional pelo SAF deve ser precedida de estudos econômicos e de

ajustes nas medidas de política agrícola que minimizem as restrições de mercado, crédito e comercialização, possibilitando o aumento da produção e a redução do risco geral das atividades praticadas simultaneamente.

Nesse contexto, o presente estudo pretende analisar o comportamento econômico da produção e do risco dos SAF e dos sistemas de produção tradicionais praticados nos estabelecimentos agrícolas nipo-brasileiros do município de Tomé-Açu, a fim de obter resposta para algumas questões econômicas relevantes tais como nível de rentabilidade, risco, eficiência e retornos à escala, visando contribuir para a melhoria do processo decisório em nível de produtor.

A estrutura do trabalho foi dividida em cinco partes. A 1ª parte (introdução) aborda o contexto que deu origem ao estudo, a definição do problema e sua importância, as lacunas econômicas que justificam a realização da pesquisa, bem como os objetivos da pesquisa e a hipótese de trabalho.

A 2ª parte apresenta a revisão de literatura, enfocando os estudos de base sobre sistemas e sustentabilidade, sistemas agroflorestais, assim como os referenciais teóricos sobre a função de produção dinâmica e o risco na agricultura. A 3ª parte trata dos aspectos metodológicos enfatizando a área de estudo, os modelos de análise econômica e a base de dados da pesquisa.

Na 4ª parte são apresentados e discutidos os resultados obtidos pela análise, em termos estatísticos e econômicos, a luz da teoria econômica, dos outros resultados de pesquisa e das evidências empíricas. A 5ª e última parte apresenta as conclusões da pesquisa e algumas sugestões de medidas de política agrícola que podem contribuir para a melhoria do desempenho econômico dos SAF na Região.

1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

No início dos anos 70, crescem as preocupações em todo o mundo acerca dos efeitos do desenvolvimento econômico, especialmente sobre a qualidade do meio ambiente e as perdas na produção e produtividade agrícola, decorrentes, sobretudo, do mau uso da terra (MMA, 2000).

Nesse período, a agricultura brasileira experimentou uma fase de expansão com a revolução verde. Observa-se o uso intensivo da mecanização e de fertilizantes e defensivos agrícolas, mas a produção sofre baixa decorrente de variação nos preços e quebras de safras por fatores climáticos, sem contar com as perdas resultantes do manejo na produção e comercialização.

A Região Norte, área de ocupação e expansão da fronteira agrícola, começa a receber recursos do programa de pólos agroflorestais, agropecuários e minerais da Amazônia (Polamazônia) para infra-estrutura, do Fundo de Incentivos Fiscais para o desenvolvimento da Amazônia (FINAM) e, mais recentemente de crédito do Fundo Constitucional de Financiamento do Norte (FNO), os dois últimos para fomento a produção. No Estado do Para, os investimentos realizados com recursos do FINAM, a partir de 1970, e do FNO, a partir de 1989, contribuíram para o aumento da produção, mas não resultaram em impacto significativo na produtividade da agricultura regional, haja vista que o crescimento da produção das culturas temporárias e permanentes se deu mais pelo efeito área (SANTANA, 2002).

É necessário entender que a questão da produtividade da terra está associada à forma de manejo e uso da terra. Na Amazônia, enquanto zona tropical úmida, observa-se intensa atividade biológica e elevada produtividade primária (biomassa), mas apresenta baixa produtividade econômica, devido à fertilidade do solo, perda de nutrientes e erosão, causados pela lixiviação decorrente da intensa pluviosidade, que ocorre principalmente em solos descobertos.

Segundo Sanguino (2004), *“grande parte da região amazônica não possui características fisiográficas e edafo-climáticas ideais para a prática agrícola convencional. Monoculturas extensivas e grandes projetos pecuários, em geral impactantes ao meio natural amazônico, também não estão ao alcance do pequeno produtor”*, e que, adicione-se, constitui parcela ponderável da estrutura agrária e social regional.

Além da fertilidade do solo, contribuem também para a baixa produtividade econômica na Amazônia, a propensão a pragas e doenças, elevada incidência de invasoras e as deficiências de infra-estrutura básica da Região (FAO, 1998).

Assim, a capacidade produtiva da agricultura do Estado do Pará pode ser explicada, tanto pelo desconhecimento dessas condições quanto pelo direcionamento equivocado das políticas agrícolas em fortalecer sistemas produtivos pouco eficientes, em detrimento da implantação de sistemas sustentáveis em termos econômico e social.

Do ponto de vista ambiental, a externalidade negativa da exploração de sistemas itinerantes estabelecidos às custas dos sucessivos desmatamentos tem como referência o importante papel que a floresta amazônica cumpre na regulação do clima regional, cuja valoração econômica cresce significativamente, assumindo posição de vanguarda no contexto do desenvolvimento sustentável.

Os fatos têm demonstrado que o desmatamento desordenado e o uso intensivo do solo, sem o manejo adequado, podem repercutir na degradação das áreas de cultivo, na mudança climática e no esgotamento dos recursos naturais (solo, água, flora, fauna, etc.), com ameaças imprevisíveis à própria sobrevivência humana (COUTINHO, 2005).

A médio e longo prazo, os custos econômicos, sociais e ambientais do sistema de cultivo tradicional, pela sua característica itinerante e degradante, tende a apresentar maiores perdas e riscos e a acumular fortes pressões

socioeconômicas e ambientais com reflexos políticos consideráveis para o governo e a sociedade como um todo.

A tendência ameaçadora dessa realidade tem sido objeto de grande preocupação da sociedade, que mobiliza esforços e recursos nacionais e externos no sentido da preservação da natureza e da qualidade de vida.

Alguns resultados normativos nesse sentido já foram alcançados: a) a Conferencia Mundial do Meio Ambiente estabeleceu metas de controle ambiental para o solo, a água e o ar aos países membros, com apoio do G-7; b) os países membros já possuem, a exemplo do Brasil, seu Plano Nacional do Meio Ambiente e sua Lei Ambiental; c) no Brasil, alguns Estados, a exemplo do Pará, já aprovaram o seu Zoneamento Econômico Ecológico, mapeando as zonas de expansão da atividade econômica, zonas de consolidação, as áreas de manejo florestal e áreas de preservação ambiental.

Todavia, o processo de ocupação e o avanço da fronteira agrícola – aliando interesses imediatos de grupos madeireiros e o uso intensivo da terra pelos produtores – ainda não pode ser controlado por dois motivos: primeiro pelo insuficiente aparato fiscal para coibir o desmatamento indiscriminado na Amazônia; segundo, porque o processo de conscientização ainda não alcançou grande parte da estrutura social regional na opção por um sistema de produção alternativo.

Com essa preocupação, buscam-se sistemas de produção sustentáveis, não só na base ecológica, mas na econômica e social, onde as estratégias dos agricultores respondem não apenas às forças ambientais, bióticas e das culturas, mas refletem estratégias de subsistência e condições econômicas.

Dentre os sistemas alternativos para a produção de alimentos e a preservação ambiental destacam-se os Sistemas Agroflorestais, doravante denominados SAF, que contemplam um conjunto de técnicas e manejo da terra

em que espécies florestais são arrançadas de forma espacial e temporal em conjunto com atividades agrícolas e/ou animais numa mesma área (ICRAF, 1998).

As pesquisas relacionadas com sistemas agroflorestais reconhecem as diferenças espaciais afetando as condições ambientais que dificultam a adoção desses sistemas e a sua probabilidade de êxito (WALKER et al., 1994b).

Mas, os SAF quando adequadamente estabelecidos, contribuem com o meio ambiente em função da quantidade de biomassa gerada por hectare. A biomassa armazena o estoque bioquímico da produção, promove a ciclagem de nutrientes e proporciona cobertura vegetal do solo, protegendo-o contra a lixiviação, a erosão e a alta temperatura (ICRAF, 2000)

Tais características recomendam os SAF como alternativa ao uso sustentável do solo na Região. Em uma área geográfica que apresenta grande variação ambiental, tanto espacial quanto temporal, e de pouca disponibilidade de recurso, a adoção de SAF representa uma tentativa de aumentar a produção e reduzir os riscos (SILVA, 1988).

Do ponto de vista econômico, alguns estudos apontam os SAF como potencialmente viáveis na Amazônia referindo-se a boa capacidade desses sistemas na capitalização dos produtores, bem como suas vantagens em relação ao monocultivo por oferecer menores riscos e maiores retornos econômicos (BRIENZA JÚNIOR *et al.*, 1983; CONTO, 1991; MARQUES; YARED; FERREIRA, 1993).

No entanto, o comportamento do produtor menos informado, não leva em consideração a escala de produção nem o risco do empreendimento. Numa agricultura moderna guiada pelas informações de mercado, cuja escala de produção apresenta-se razoável do ponto de vista econômico, os produtores rurais, devem adotar padrões referenciais de mensuração da economia da

produção – de escala e de escopo – bem como das suas expectativas sobre o risco do empreendimento.

Num contexto de infra-estrutura precária e de dificuldade de informação de mercado, as decisões do agricultor sobre as questões relacionadas à produção e ao risco tornam-se cada vez mais difíceis. Mas, partindo do suposto da vantagem comparativa do SAF em relação aos sistemas tradicionais, certamente os produtores rurais mais aversos ao risco seriam, teoricamente, os mais inclinados a adotar os SAF, em detrimento do sistema tradicional (WALKER *et al.*, 1994b).

Em que pesem as vantagens ecológicas, biológicas e socioeconômicas dos SAF em relação aos monocultivos, Homma *et al.* (1995) questiona as reais perspectivas desse sistema para a região amazônica, mas *“acredita que sua adoção seja facilitada pela forte aversão ao risco manifestada pelos pequenos produtores, o que pode levar a busca de um portfólio de atividades”*

A preocupação com a produção e o risco da agropecuária regional transcende a esfera do produtor e do estabelecimento agrícola e atinge as agências de fomento, como a Agência de Desenvolvimento da Amazônia (ADA), e de crédito regional, como o Banco da Amazônia S. A. (BASA). A importância econômica da produção e da redução de risco cresce de significado na Região, na medida em que a aplicação de recursos do FINAM e dos financiamentos do FNO estão condicionados a gestão eficiente dos recursos e a reduzida inadimplência do produtor.

Exemplo disso é o Programa FNO-Rural do BASA cuja inadimplência passou de 14,8% em 1994 para 21,6% em 2004 com tendência ao agravamento, em razão, principalmente do apoio à monocultura intensiva em insumos industriais, da falta de apoio à pequena produção intensiva em mão-de-obra e da diversificação da produção agrícola voltada para o mercado interno (SOLYNO, 2000; BASA, 2005).

O problema de redução e controle do risco na produção assume importância crescente na medida em que o Banco Central do Brasil (BACEN), por recomendação do Acordo da Basileia e do Comitê de Política Monetária (COPOM), editou Resolução no sentido de que os agentes financeiros de desenvolvimento não financiem atividades de risco elevado que comprometam seu patrimônio líquido (PL), sob pena de suspensão das operações de crédito.

As recomendações dos agentes financeiros no sentido de reduzir o risco do produtor sugerem maior direcionamento do apoio financeiro a modelos agrícolas diversificados de pequeno e médio porte, que pratiquem manejo e adequado uso do solo com preservação ambiental.

Segundo Brienza Júnior *et al.*(1983), os SAF asseguram a sua sustentabilidade econômica produzindo bens para o mercado. Em razão disso, tendem a reduzir a incorporação de novas áreas de floresta densa e migração de produtores. A queda na produtividade seria mais lenta, reduzindo dessa forma a frequência de migração para novas áreas.

Os SAF, ao reduzir a queda na produtividade dos solos, diminuem a pobreza dos pequenos produtores, evitando a sua contínua migração em direção aos centros urbanos, além de assegurar a disponibilidade de produtos florestais na propriedade, impedindo a exploração de produtos florestais extrapropriedade (ICRAF 2000).

Todavia, a expansão do SAF ainda não aconteceu em escala maior em nível regional, certamente porque os agricultores ainda não estão conscientes e seguros das vantagens econômicas desse sistema alternativo.

O fundamento da economicidade constitui componente essencial no processo de escolha e decisão do agricultor no processo de adoção de sistemas de produção considerados preservacionistas, ou que envolvam o manejo e uso adequado da floresta e do solo, como é o caso dos SAF.

O problema é que muitas questões de fundo econômico dos SAF ainda continuam dependentes de informação, pesquisa e estudos para a consecução de respostas científicas consistentes, tanto na esfera da produção, quanto no que diz respeito ao risco do empreendimento (YAMADA, 1999)

No âmbito econômico da produção, alguns pontos relacionados ao desempenho dos SAF e ST necessitam de resposta. Dentre eles os seguintes:

1. Quais os fatores determinantes da produção nos sistemas agroflorestais (SAF) e sistemas tradicionais (ST)?
2. Em que escala de produção os SAF e os ST estão operando?
3. Qual a eficiência econômica dos SAF e dos ST? e,
4. Qual a rentabilidade dos SAF em relação aos sistemas tradicionais de produção?

Com relação ao risco, as questões de maior relevância e que dependem de uma resposta econômica plausível são as seguintes:

- 1) Quais os fatores determinantes do risco nos SAF e nos sistemas tradicionais de produção (ST)? e,
- 2) Os produtores rurais que adotam os SAF são aversos ou neutros em relação ao risco¹?

Nesse contexto, o presente trabalho pretende analisar as questões acima apontadas, com vistas à obtenção de respostas econômicas que possam contribuir para a tomada de decisão do produtor e a formulação de medidas de política agrícola.

1.3 JUSTIFICATIVA

¹ Embora não seja objeto desta pesquisa, cujo período se restringe a um “corte” de três anos no tempo (2001 a 2003), há que se considerar no estudo econômico dos SAF o risco da recuperação do capital investido no longo prazo (20 anos, em média), muito embora muitos produtores nipo-brasileiros, pela sua cultura e formação, apropriem os benefícios ambientais (solo, seqüestro de carbono e efeito estufa), além do efeito poupança representado pela manutenção das espécies florestais. Nos SAF, mesmo após o período próprio de corte, alguns produtores mantem “reservas florestais” a título de “poupança” para seus descendentes..

As investigações sobre sistemas agroflorestais na Amazônia, apesar de poucas, vêm aumentando nos últimos anos. Contudo, ainda existem muitas questões abertas, dúvidas e falta de informações a respeito do comportamento socioeconômico dos SAF na Região.

Os trabalhos de pesquisa e as experiências dos produtores geraram um considerável volume de informações de cunho técnico (biológico e ambiental), evidenciando as vantagens incontestáveis dos SAF do ponto de vista ecológico e social. Todavia, no campo econômico, os trabalhos sobre a viabilidade econômica dos SAF são poucos e de caráter estimativo.

É importante esclarecer que a agricultura é uma atividade econômica sujeita a riscos colocados tanto pelo mercado quanto pela natureza. A alocação de recursos de investimento pelos produtores é, de certa forma, influenciada pelo nível de risco envolvido nas alternativas contempladas.

Estudos mostram porque os insumos modernos, como fertilizantes e defensivos, tornam-se pouco atrativos numa situação em que os riscos advindos da natureza são elevados. Tais estudos explicam porque os agricultores nordestinos resistem à adoção de insumos modernos em suas atividades, ou porque novas tecnologias tem sido rapidamente adotadas na região dos cerrados (ALVES, 1984 citado por ARAÚJO, 1992).

No entanto, a literatura brasileira sobre produção e risco na atividade agrícola não se desenvolveu de modo a contemplar a imensa heterogeneidade que existe na nossa ecologia. Preocupado com este problema, as instituições de pesquisa vem estimulando estudos que tem a finalidade de elucidar a influência da produção e dos riscos na alocação de recursos pelos agricultores (CRUZ, 1984).

A análise da produção dinâmica e do risco – metodologia apropriada para a análise econômica dos SAF - guarda estreita relação com os objetivos da

pesquisa, na medida em que representa investigação e geração de conhecimento e tecnologia sobre sistemas agroflorestais, objetivando a utilização eficiente dos recursos e o desenvolvimento sustentável.

Nessa direção, Antle (1983) mostra em seus estudos sobre a *hipótese risco-eficiência* que a natureza dinâmica da produção agrícola – em que a produção atual depende das decisões sobre os insumos e a produção passada – está intrinsecamente sujeita a riscos que, por sua vez, afetam a produtividade e a eficiência econômica do sistema de produção agrícola.

A incorporação do risco na teoria da produção dinâmica – em sistemas multiestágio e multiperíodo, como é o caso dos SAF – e a utilização de modelos econométricos avançados possibilitam que os economistas agrícolas, pesquisadores e extensionistas proporcionem aos produtores, informações econômicas adicionais sobre mercado, preços e novas tecnologias geradas pela pesquisa, no sentido de identificar a maior rentabilidade e/ou o menor risco decorrente de alterações nessas variáveis.

Portanto, a identificação dos fatores determinantes da produção e do risco ao nível do produtor rural importa porque pode representar elemento ponderável na sua decisão sobre, **o que, quanto e quando produzir**, na medida em que, teoricamente, a lucratividade tende a aumentar com a redução do risco na produção.

Mais ainda, a análise dos fatores determinantes da produção e do risco em sistemas agroflorestais e sistemas tradicionais interessam não somente para a orientação do produtor rural de Tomé-Açu, mas servirá também, para orientar os planos de desenvolvimento locais e os ajustes de política agrícola das agências de fomento e crédito que operam junto às comunidades locais.

Os resultados desta pesquisa poderão beneficiar os estabelecimentos rurais nipo-brasileiros localizados nos municípios de Tomé-Açu, Concórdia do

Pará e Acará, onde se concentra a maior parte dos SAF e dos sistemas tradicionais de produção da Amazônia. Em Tomé-açu, a maioria dos produtores é associada da Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu (CAMTA) que, em conjunto com a *Japan International Cooperation Agency* (JICA), desempenham um importante papel social, econômico e ambiental na Região, sendo responsáveis pela produção, beneficiamento e comercialização anual de quase 850 toneladas de pimenta-do-reino e mais de 2.200 toneladas de polpa de frutas e outros produtos agrícolas, anualmente (CAMTA, 2004).

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo geral

Analisar os fatores determinantes da produção dos sistemas agroflorestais e dos sistemas tradicionais praticados pelos produtores rurais do município de Tomé-Açu, Estado do Pará, avaliando o risco, a escala de produção, a eficiência econômica e a rentabilidade comparativa desses sistemas.

1.4.2 Objetivos específicos

- a) Identificar, pela análise fatorial, os determinantes do valor bruto da produção nos sistemas agroflorestais e nos sistemas tradicionais de produção, examinando os fatores responsáveis pelo risco (variabilidade do produto) nesses dois sistemas de produção;
- b) Estimar a função de produção dinâmica e a função risco em cada um desses sistemas, a fim de subsidiar o processo de decisão do produtor;
- c) Determinar as elasticidades de produção e o tipo de retorno à escala de produção desses sistemas, bem como o seu nível de eficiência econômica;

- d) Estimar a rentabilidade econômica dos SAF e dos sistemas tradicionais, e desenvolver a análise comparativa entre esses sistemas;

1.5 HIPÓTESE

A hipótese central é de que **os sistemas agroflorestais praticados pela comunidade nipo-brasileira de Tomé-Açu apresentam maior sustentabilidade econômica do que os sistemas tradicionais de produção, no sentido de que oferecem menor risco, operam na faixa de retornos constantes de escala, são eficientes e mais rentáveis economicamente.**

CAPITULO II – REVISÃO DE LITERATURA E REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção trata inicialmente da história da colonização agrícola de Tomé-Açu pelos japoneses e, em seguida, apresenta os principais referenciais teóricos relacionados aos sistemas e sustentabilidade, aos sistemas agroflorestais, bem como aos estudos de base sobre a função de produção dinâmica e o risco associado aos sistemas de produção rural. A compreensão desses referenciais é fundamental para a análise e interpretação dos resultados da pesquisa sobre os determinantes da produção e do risco nos sistemas agroflorestais e nos sistemas de produção tradicionais.

2.1 TOME-AÇU: HISTORIA DA COLONIZAÇÃO AGRÍCOLA

A imigração japonesa para Tomé-Açu e outras regiões do Brasil (Bahia e Amazonas) ocorreu em função de vários fatores, dentre eles: a) a limitada disponibilidade de terras cultiváveis no Japão, àquela época dividido geograficamente e politicamente pelas íngremes montanhas; b) as tecnologias de cultivo predominantes no Japão apoiavam-se no uso intensivo da mão de obra, sobretudo na cultura do arroz; e, c) o desgaste dos recursos naturais do Japão causado pelo aumento da população e pelas guerras civis (IKUSHIMA, 1959).

Essa situação, que iniciou no século XVI, levou os governos e os líderes agrícolas japoneses a se preocuparem com a administração sustentável da floresta, forçando-os a introduzir melhorias em termos de técnicas agrícolas em terras erodidas e degradadas.

Segundo Yamada (1999), os agricultores japoneses mais desenvolvidos chamados “*rono*” contribuíram significativamente para o desenvolvimento da agricultura nos períodos *Edo* e *Meiji* e foram sucedidos pelos “*tokuno*”, agricultores inovadores que surgiram com o estabelecimento de modernos sistemas de pesquisa e extensão agrícola no Japão. O principal objetivo dos Centros de Treinamento Agrícola – inclusive de Escolas de Emigrantes do Japão – era o de preparar e formar agricultores “*tokuno*”.

Os imigrantes “*tokuno*” deram uma contribuição significativa para o desenvolvimento da agricultura brasileira, e continuam ainda, até hoje, fomentando inovações nesse setor (NIPPAKU MAINICHI SHINBUN, 1996a).

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

Alguns produtores procuraram derrubar a floresta para produzir arroz e hortaliças, com pensamento itinerante e enfrentando problemas de comercialização, mas outros produtores (líderes) continuaram com culturas permanentes, dentre as quais se destacou a pimenta-do-reino a partir de 1933, com exploração inicial de pequenas áreas (1 a 3 hectares por família), utilizando apenas mão-de-obra familiar.

Contudo, problemas de mercado e doenças afetaram o desenvolvimento da pipericultura nos anos 50 e 60 forçando os produtores a diversificar a produção para manter seu padrão de vida. Cultivos alternativos foram testados com a ajuda do núcleo experimental da CAMTA, das unidades produtivas “*on farm*” de seus associados e, também, das instalações de pesquisa e extensão da *Japan Migration and Colonization Ltd* (JAMIC) em Tomé-Açu. No meio desse período, Tomé-Açu, que até então era distrito de Acará, passou a condição de município autônomo através da Lei Estadual nº 1.725 de 17 de março de 1959.

Yamada (*op cit*) afirma que “*através de tentativas e erros, os produtores japoneses realizaram vários tipos de praticas agroflorestais no despertar do boom da pimenta-do-reino, especialmente com a reintrodução do cacau acompanhado por arvores de sombreamento criadas pela mente inventiva dos agricultores, inclusive inspirados nos plantios da*

Companhia Japonesa dos anos 30 e nos pomares brasileiros. No início dos anos 70 começaram a substituição de cupuaçu por cacau e de espécies madeireiras por árvores de sombreamento”.

Segundo o autor, enquanto alguns *nisei* e *sansei* eram, de um lado, atraídos pelo estilo de vida dos fazendeiros brasileiros (baseados na pecuária), crescia, de outro lado, a preocupação global com o meio ambiente, incentivando as práticas de agroflorestamento, inicialmente com apoio da Associação de Fomento Agrícola de Tomé-Açu (ASFATA) no fomento, do Instituto e Experimentação Agrícola Tropical da Amazônia (INATAM) na pesquisa, e da Cooperativa de Eletrificação e Telefonia Rural de Tomé-Açu (COERTA) na eletrificação e comunicação. Tempos depois, a JICA subsidiou uma indústria de sucos para fomentar o cultivo de frutas tropicais em Tomé-Açu.

Nos anos 80, as atividades de extração madeireira e formação de pasto tornaram-se mais voláteis na Amazônia e, após a conferência mundial de 1992, alguns grupos iniciaram a execução de atividades de reflorestamento e manejo florestal na região de Tomé-Açu, expandindo-se, em seguida, para outros estabelecimentos japoneses no Pará.

É importante notar que os agricultores pioneiros de Tomé-Açu, liderados por *Noboru Sakaguchi* e outros, identificaram na biomassa agrícola o índice de sustentabilidade e passaram a incentivar o reflorestamento através das práticas agroflorestais.

Hoje, decorridos 75 anos da implantação da colônia japonesa em Tomé-Açu, existem mais de 1.600 descendentes e seus familiares entre uma população total de mais de 50 mil habitantes do município (CAMTA, 2004). Existem mais de 240 estabelecimentos rurais no município, onde a maioria dos produtores dedica-se a atividade agrícola, sobretudo aos SAF, mas ocupam apenas 8,5% da área agricultável. A minoria dos produtores é representada pelos fazendeiros que, em contraposição, exploram cerca de 26,4% da área agricultável.

A colônia japonesa em sua maioria desenvolve uma agricultura baseada principalmente em sistemas agroflorestais, com o apoio da CAMTA e outros órgãos que atuam nas áreas de mercado, comercialização da produção e fornecimento de insumos e da JICA na pesquisa.

A CAMTA, considerada uma referência em termos de organização cooperativa, incentiva a diversificação da produção, fomentando a produção em consórcio através de rotação de culturas e sistemas agroflorestais e desenvolvendo estrategicamente, ao nível do produtor, a consciência de uma filosofia de economia de escopo e de aglomerado, objetivando o fortalecimento socioeconômico do cooperado e da comunidade nipo-brasileira como um todo.

2.2 SISTEMAS E SUSTENTABILIDADE

Segundo Bertalanffy (1977) o conceito de sistema está associado ao conjunto de unidades ligadas entre si, e cujo todo é maior do que a soma das partes dado o efeito interação.

O autor trata da teoria geral dos sistemas diferenciando os sistemas fechados (encontrados na física) dos sistemas abertos (próprio dos organismos vivos), adicionando que neste último (aberto) a estabilidade e o equilíbrio do seu metabolismo depende, sobretudo, dos processos de interação químicos que ocorrem na natureza. Em função de sua natureza, os sistemas podem ser classificados em conceituais, abstratos e concretos.

O sistema conceitual é aquele sistema que possui unidades, (palavras, números ou símbolos), mostra suas relações (inclusão, exclusão, identidade, etc), tem um observador, possui a variável (cada membro do conjunto), a função, o estado, a identidade formal e as relações com os outros sistemas.

Por sua vez, o sistema abstrato é aquele em que as unidades são relações abstratas escolhidas por um observador, conforme seu interesse e

objetivo, possuindo suas relações e sendo utilizado mais nas ciências sociais (BERTALANFFY, 1977; PARSONS, 1975).

Sistema concreto é o real e constitui-se pela acumulação de matéria-energia, possuindo, também, suas unidades, relações, o observador, a variável, um estado e geralmente se apresenta como sistema aberto, com entradas e saídas e fronteiras permeáveis.

Wünsch (1995), observa que o conceito de sistema concreto ou real está, de uma maneira geral, associado a uma inter-relação de elementos diversos que compõe um todo ou uma unidade global. Já Hecht (1982), citando Hart (1979), após a análise de vários conceitos, define sistema como *“um arranjo de componentes físicos, ou conjunto de coisas unidas ou relacionadas de maneira a formar um todo”*

Além desses conceitos, que destacam a interação de elementos e a unidade global como dois pontos importantes, Rosnay (1975) incorpora, ainda, a noção de objetivo ou finalidade, quando define o sistema como *“um conjunto de elementos em interação dinâmica, organizado em função de um objetivo”*.

Jouve (1986), citado por Sanguino (2004), enfatiza que nos sistemas idealizados e construídos pelo homem o objetivo é pré-definido, enquanto nos sistemas da natureza - que pode sofrer ou não a ação antrópica - o objetivo é constatado *a posteriori*; o autor afirma que o conjunto de elementos ligados entre si por relações dinâmicas confere a este uma organização com vistas a cumprir determinados objetivos, do que decorre a idéia de que, de forma simplificada, um sistema é uma estrutura finalizada, e de uma maneira geral, aberta.

Rosnay (1975) observa que os constituintes de um sistema complexo podem ser entendidos através de dois aspectos: estruturais e funcionais. Os primeiros referem-se à estrutura, ao conjunto de regras de associação ou de elementos interdependentes que caracterizam a organização no espaço dos componentes do sistema (MORIN, 1987); os aspectos funcionais estão

associados a natureza sistêmica que permite a inter-relação de seus componentes com o meio ambiente, que, por sua vez, depende do tempo (JOUVE, 1986).

Buckley (1976) destaca que um dos aspectos importantes dentro da análise sistêmica é a possibilidade de controle do funcionamento dos sistemas através da cibernética e, mais especificamente, do conceito de *argola de retroação*². Trata-se de um dos instrumentos mais utilizados para a análise contemporânea dos sistemas, através do controle de seus objetivos organizacionais ou societais.

Pelo fato de a maioria dos sistemas serem abertos, propiciam através de suas entradas e saídas todos os tipos de relações com o meio ambiente. O controle e a delimitação de suas fronteiras é difícil, porque estas são amorfas, incertas e dependem da lógica própria de funcionamento de cada sistema (MORIN, 1987).

Num ambiente sistêmico, as entradas e saídas materializam as relações do sistema com o ambiente. Tais relações são mais ou menos frequentes e intensas em função do tipo de sistema, se mais aberto ou fechado. O sistema em funcionamento processa no tempo os insumos (entradas) transformando-os em conteúdos de estoque e saídas. As entradas e saídas constituem os fluxos (medidos entre dois pontos no tempo) e o estoque é o conteúdo acumulado no tempo pela dinâmica do processamento de energias, quantidades físicas ou informações.

² Instrumento de controle sistêmico com cinco etapas: 1) um centro de controle estabelece parâmetros objetivos e os meios para atingi-los; 2) as decisões são transformadas em ações produtoras de *outputs* provocando efeitos sobre o sistema e o meio-ambiente; 3) essas informações são transmitidas retroativamente ao centro de controle; 4) o centro confronta o novo estado do sistema com os parâmetros procurados, a fim de medir a margem de erro ou divergência entre esses objetivos e a resposta inicial dos *outputs*; e, 5) dependendo da margem de erro, o sistema deflagra uma ação corretiva.

Portanto, para compreender o desempenho de todo sistema, do simples ao mais complexo, é necessário caracterizar o papel relevante das variáveis fluxo (de entrada e saída do sistema) e da variável estoque, no contexto das inter-relações dinâmicas dos componentes sistêmicos. O conteúdo da variável estoque está associado ao processo de acumulação engendrado ao longo de um período de tempo pelas forças do sistema (BOURGEOIS, 1983).

A intensa mobilidade do relacionamento interno e externo de sua estrutura e seus componentes com o ambiente interno e externo confere aos sistemas reais a sua característica dinâmica. Sistemas dinâmicos possuem componentes interligados e interdependentes caracterizados por instabilidades e flutuações que exercem contínua interação de seus subsistemas ao longo do tempo.

O processo dinâmico de mudanças a que estão sujeitos os sistemas reais, sobretudo os biológicos, tende a aumentar ou diminuir sua estabilidade que, dependendo das condicionantes endógenas e exógenas, podem afetar sua sobrevivência ou sustentabilidade.

Para avaliar a sustentabilidade de um sistema modelado como sistema dinâmico Bossel (1999) utiliza três indicadores: a) o nível de estoques que determina o estado do sistema; b) as taxas de mudanças do estado do sistema no tempo; e, c) a apropriada conversão das informações de estado e taxas de mudanças.

Para uma melhor compreensão sobre a avaliação da sustentabilidade, o autor usa o exemplo de um sistema florestal. A primeira informação, sobre seu estado, é dada pelo número de árvores disponíveis; a segunda informação, sobre a taxa de mudança é dada pelo número de árvores retirada por ano; e, a terceira, a informação da conversão, é representada pela densidade de árvores disponíveis por hectare a cada ano.

Deve-se registrar que a exploração dessas categorias de informações relativas aos sistemas dinâmicos possibilita a indicação do estado de sustentabilidade dos sistemas no meio ambiente. Releva notar que o ambiente é o que possibilita a emergência e a sustentabilidade de um sistema, isto porque a estrutura e função de qualquer sistema refletem as características de seu ambiente (BOSSSEL, 1999).

Essa relação ambiente-sistema é observável em diferentes tipos de sistemas, particularmente em sistemas biológicos, no contexto de adaptação de espécies agrícolas e animais. Nesse sistema, os seres vivos para manterem-se em seus ambientes, refletem em sua estrutura e seu comportamento as características destes. Segundo o autor, *"em todas as situações um sistema é bem sucedido em seu ambiente se as características deste estiverem refletidas na estrutura e funções do sistema"*.

Os diferentes ambientes existentes apresentam um conjunto de propriedades em comum que se refletem em todos os sistemas neles estabelecidos. Tais propriedades são verdadeiras para a estrutura, as funções e o comportamento dos sistemas em seus ambientes.

A partir dessas constatações, Bossel (*op. cit.*) e outros estudiosos argumentam que qualquer sistema pode ser caracterizado pelas seguintes propriedades fundamentais: 1) Estado ambiental normal; 2) Recursos escassos; 3) Variedade; 4) Variabilidade; 5) Mudança; e, 6) Interação com outros sistemas. A limitação ou quebra de uma dessas propriedades determina o início da ameaça do processo de sustentabilidade do meio ambiente e, por consequência, do sistema que nele subsiste.

Com base nos estudos e nas posições acima colocadas pode-se enquadrar o sistema agroflorestal como um sistema de produção caracteristicamente aberto dadas duas relações de entradas e saídas com o ambiente externo onde se insere, do qual recebe influências e sobre o qual

também exerce influencias. Internamente os SAF apresentam uma estrutura de componentes tipo planta, solo, clima, mão-de-obra, insumos, mecanização e tecnologia que se interagem funcionalmente no sentido da obtenção do produto.

Finalmente, é importante entender que o sistema agroflorestal constitui uma emergência dentro do ambiente externo que pode ser representado pela unidade produtiva ou pela comunidade. Dependendo do manejo do sistema, o ambiente pode mudar aumentando ou perdendo sua sustentabilidade ao longo do tempo, com reflexos sobre a própria manutenção ou destruição do sistema. Daí a necessidade de monitoramento permanente do sistema agroflorestal e sua sustentabilidade.

2.3 ESTUDO DE BASE DO SAF

O estudo tem como referencial o conhecimento científico acumulado sobre a prática dos Sistemas Agroflorestais – SAF em nível internacional, nacional e regional, bem como os resultados alcançados por esse sistema em relação aos modelos alternativos, tendo em vista o padrão da sustentabilidade.

Nos anos 70 a situação alimentar crítica em muitos países em desenvolvimento, o aumento do desmatamento, o mau uso da terra, a degradação ambiental, a crise energética e a escassez de fertilizantes levou os países a repensarem uma nova ordem de desenvolvimento. Vários organismos internacionais como o Banco Mundial e a *Food and Agriculture Organization* (FAO) procederam a um reexame da política de desenvolvimento socioeconômica, a partir da componente agroflorestal

Começou então o interesse científico por plantio intercalar e do tipo *farming system*³, sobretudo com o estabelecimento do projeto para identificação de prioridades de pesquisa florestal pelo Centro de Pesquisa para o Desenvolvimento Internacional - IDRC (YARED, 2002)

³ Sistema de produção agroflorestal formado pelo cultivo de arroz com faixas de floresta retidas, muito encontrados na Ásia (Filipinas)

Nair (1989), ao conceituar os SAF em países desenvolvidos e em desenvolvimento, argumenta que o desenvolvimento agroflorestal depende tanto das condições socioeconômicas quanto das condições ou do estado da técnica. Afirma, ainda, que os sistemas se formam a partir das condições naturais e da coerência dos modelos locais utilizados pela comunidade.

Mais especificamente trata-se da inclusão de espécies arbóreas em associações com culturas agrícolas, combinando plantas de ciclo anual, perenes, de florestas e/ou criação de animais. Tal procedimento ocorre em seqüência temporal adequada às características de cada espécie, bem como aos padrões culturais das populações locais (BENE *et al.*, 1977).

Santana e Tourinho (1997), baseados na definição de SAF⁴ do *International Center of Research in Agroforestry* (ICRAF), destacam que um sistema agroflorestal deve atender a duas condições básicas: 1) ação deliberada de integrar, numa mesma unidade de manejo, espécies florestais e não florestais com fins agrícolas, anuais ou perenes; 2) interação ecológica e econômica entre as plantas florestais e os demais cultivos de fins agrícolas.

O conceito de SAF está associado a um conjunto de componentes físicos conectados de maneira interdependente, de tal sorte que forme ou atue como uma única unidade. Esse conjunto pode ser específico para uma localidade e descrito segundo o seu arranjo, composição biológica, nível de manejo técnico e características socioeconômicas (YARED, 2002).

Esses sistemas têm sido considerados a melhor alternativa na recuperação de áreas degradadas, ou uma forma de minimizar a degradação do solo causada pela agricultura de derruba e queima dos sistemas tradicionais (LOCATELLI, 2001).

⁴ Segundo o ICRAF, hoje CMSAF, o conceito de SAF é definido como: "*land use system and practices in which wood perennials are deliberately integrated, both spatial and temporal, with crops and/or animals on the same land-management unit. There are normally both ecological and economic interactions between the wood and non-wood components in agro forestry (Bandy, 1994)*".

Segundo Nair (1993), os SAF aumentam a produção total da propriedade, diminui o risco através da diversificação, produz em bases sustentáveis, fixa o homem no campo, garantindo rendimentos constantes. Possuem grande potencial para retardar o desmatamento, pois podem ampliar o período de produção agrícola, estimulando a conservação dos recursos agroflorestais.

Nos SAF os componentes arbóreos, além de fornecer produtos úteis para o agricultor e sombra para os demais cultivos, possuem outro papel importante na manutenção da fertilidade dos solos. Espécies que produzem madeira de lei acumulam grande quantidade de nutrientes nas folhas (cálcio e magnésio) que, após caírem, se decompõe e adubam a terra (DUBOIS, 1996).

Em termos socioeconômicos, os SAF propiciam uma variedade maior de produtos, apesar do rendimento por cultura ser menor. Isto contribui para um aumento na receita do trabalhador rural pela totalidade da produção das culturas do sistema, além da amenização dos riscos sofridos quando se cultiva apenas uma cultura, sejam eles climáticos ou de mercado.

Tais características dos sistemas agroflorestais vão ao encontro às discussões sobre desenvolvimento sustentável, ou seja, trata-se de uma tecnologia de uso da terra onde se combinam árvores com cultivos e/ou criatórios, procurando produzir de forma sustentada (REYDON, 2003). Para Viana (2000) os SAF são tidos como responsáveis pela mudança no paradigma de produção rural.

Existe um crescente interesse sobre o papel dos SAF na mudança de paradigma dos sistemas de produção. Esse fato está ligado aos problemas sócio-ambientais dos sistemas convencionais de produção agrícola e animal em monoculturas. Viana (*op cit.*) observa que *"em regiões tropicais, buscam-se alternativas não apenas para os sistemas convencionais de elevados níveis de insumos e monocultura, como também para os sistemas tradicionais de*

derrubada-cultivo-pousio, freqüentemente associados à pobreza rural, desmatamento, perda de biodiversidade e emissão de carbono”.

O manejo de SAF já existe há anos em regiões tropicais e subtropicais, onde os produtores manejavam árvores e animais juntamente com a atividade agrícola. Alguns países da Ásia, da América Central e da África iniciaram a implantação dos sistemas agroflorestais para minimizar o efeito do desmatamento e evitar a degradação ambiental. Na América Latina os SAF vem sendo muito difundidos como alternativa para reduzir a pobreza no campo, diminuir o êxodo rural e promover economicamente os pequenos e médios produtores agrícolas.

Pesquisadores do Centro Mundial de Sistemas Agroflorestais (CMSAF) afirmam o interesse crescente pelos sistemas agroflorestais em função da legislação agrícola e/ou de zoneamento econômico-ecológico, que os consideram um componente das diretrizes globais relacionadas ao desenvolvimento sustentável (ICRAF, 2000).

Na Amazônia, alguns centros de pesquisa como o Centro de Pesquisas Agropecuárias do Trópico Úmido (CPATU/EMBRAPA) e o Instituto de Pesquisas da Amazônia (INPA) aliados as universidades, a exemplo da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), da Universidade do Acre e da Universidade da Amazônia (UNAMA), tem realizado pesquisas e cursos sobre sistemas agroflorestais, num esforço conjunto para se contrapor as preocupações ambientalistas mundiais, devido ao agravamento ou aceleração da predação ambiental (KITAMURA, 1994; SANGUINO, 2004).

De um modo geral, os problemas ambientais da Amazônia têm relação estreita com a dinâmica de ocupação recente da região, principalmente nos períodos de 1970/80 e 1980/90 quando a Região Norte experimentou taxas de crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) superiores as do País (VARELA, 2001).

Com efeito, a prática da agricultura migratória associada ao desmatamento têm causado grandes problemas ambientais para a Amazônia, dentre os quais destacamos a sedimentação dos rios, erosão e, principalmente, a degradação do solo devido à perda da cobertura vegetal (SANCHEZ, 1985).

Como contraponto a esse processo degradante, os SAF vêm sendo aplicado pelos produtores em algumas regiões do Estado do Pará, inclusive nos municípios onde se verifica o sistema de agricultura tradicional e itinerante baseado predominantemente nos cultivos anuais e de subsistência, arroz (*Oriza Sativa*), feijão (*Vigna sp*), milho (*Zea Mays*) e mandioca (*Manihot utilíssima*). (SANTANA, 1988; WALKER; 1994).

Hoje, com o crescimento populacional que ocorre em escala logarítima, verifica-se a necessidade da criação de modelos de produção econômicos e sustentáveis, o que vem provocando o aumento de pesquisa vinculando o sistema agroflorestal – SAF (GRIMM, 1985).

Frente a esses problemas, intensifica-se a pesquisa no sentido de desenvolver um sistema de cultivo que, fornecendo resultados econômicos vantajosos, contribua, também para a desaceleração da devastação e poluição ambiental, tanto pela não-utilização de defensivos, como pela redução dos índices vigentes de destruição florestal (BRIENZA JÚNIOR *et al.*, 1983; ALVIM, 1989; WALKER, 1994).

Atualmente, as perspectivas da implementação dos SAF evoluíram tecnicamente em função da pesquisa, ampliando o leque de possibilidades de arranjos ou sistemas diferenciados de região para região do país. Segundo Farrel; Altieri (1984), os sistemas agroflorestais devem incorporar cinco características básicas: Estrutural; Sustentabilidade; Aumento de produtividade; Adaptabilidade e Aceitabilidade.

2.3.1. Classificação dos Sistemas Agroflorestais

A literatura aponta um grande número de sistemas agroflorestais com as características acima mencionadas (NAIR, 1989), o que remete à necessidade de critérios para sua classificação.

Tal classificação baseia-se nos arranjos espaciais e temporais, levando em conta a importância e o papel dos componentes no planejamento da produção e as características socioeconômicas. De acordo com Nair (1993), em relação aos arranjos, os SAF podem ser de base estrutural, de base funcional, de base socioeconômica e de base ecológica.

Com relação a sócioeconomia, LUNDGREN (1982) e BANDY *et al* (1994) classifica os sistemas agroflorestais em: a) SAF comercial, quando a produção visa o mercado, b) SAF de subsistência, quando praticamente toda a produção é direcionada para o consumo familiar; e, c) SAF Intermediário, praticados em pequenas e médias propriedades, cuja produção é destinada à alimentação familiar e também ao atendimento das necessidades imediatas (*cash crops*).

A complexidade apresentada na classificação dos SAF pode ser reduzida, com sua subdivisão sendo feita conforme a natureza dos componentes, da seguinte forma: Silviagrícolas, Silvipastoris, Agrosilvipastoril e Outros Sistemas (aqüicultura, apicultura com árvores).

Além de uma classificação, é necessário definir **para quem** e **onde** o sistema será implementado. No caso da Amazônia, têm-se categorias diferentes de produtores em função dos seguintes aspectos: tamanho do estabelecimento, disponibilidade de recurso financeiro, nível técnico do produtor e disponibilidade da mão-de-obra. Com relação a onde instalar um sistema pode-se relacionar aos seguintes tipos de áreas: área de derrubada de uma floresta ou capoeira, área com cultura anual ou semiperene, área com capoeira ou outras áreas.

Dependendo da categoria em que o produtor se enquadra e, quais as condições do local onde o sistema será implementado, adotar-se-á um tipo específico de SAF, dado os níveis de tecnologia existentes.

Com base nos critérios acima, pode-se concluir que os SAF praticados na região de Tomé-Açu apresentam arranjos espaciais e temporais de base socioeconômica, e quanto à natureza de seus componentes são em sua maioria silviagrícolas. São em geral sistemas produtivos classificados em alguns casos como comerciais, mas em sua maioria como intermediários.

2.3.2. Vantagens e Desvantagens dos SAF

Conforme já mencionado, os SAF são praticados em diversas regiões do mundo há muito tempo. Isto permitiu, com o apoio da pesquisa, visualizar as vantagens e desvantagens dos sistemas em relação a outras formas de uso da terra (SANTOS, 1996; MONTAGNINE, 1992).

Vilas Boas (1991) afirma que os SAF são uma ferramenta fundamental na busca de rendimentos sustentáveis, auxiliando no desenvolvimento rural. Todavia, levando em consideração as contribuições de vários autores é possível evidenciar algumas vantagens e desvantagens dos sistemas agroflorestais.

As principais vantagens dos SAF são as seguintes: a) controle de erosão do solo; b) consorciação de espécies; c) manutenção das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo; d) uso da espécie adequada no sistema; e) diminuição de variações microclimáticas; f) uso apropriado do sombreamento; g) diversificação alimentar; h) maior fixação do homem no campo; i) melhor distribuição e ocupação da mão-de-obra rural; j) melhor ambiente de trabalho; e, maior seqüestro de carbono e recuperação de áreas degradadas.

Em termos de desvantagens os sistemas agroflorestais apresentam as seguintes: a) competitividade entre as espécies; b) riscos de erosão superficial; c)

prejuízos causados pelo componente animal (somente em sistemas agrosilvipastoris); d) alelopatia (raízes ou partes aéreas produzem compostos químicos que interferem na germinação das sementes e no crescimento de outros componentes do sistema); e, e) conhecimentos limitados em relação às melhores formas de manejo dos sistemas agroflorestais.

Historicamente, os SAF na Amazônia são de origem indígena, mas modificaram-se após a colonização, evoluindo gradativamente de acordo com os costumes, a lenta capitalização do produtor, o estado da técnica e, principalmente, a capacidade de manejo e uso dos solos.

Apesar de conhecida como a maior floresta tropical do mundo, detentora da maior biodiversidade, os solos da Amazônia, quando expostos às chuvas, estão sujeitos à forte lixiviação e erosão. A fertilidade se mantém ou reduz menos na medida em que a biomassa protege e se decompõe na terra, processo esse que reflete a importância das árvores na manutenção da capacidade produtiva dos solos da Região (DUBOIS, 1996).

A redução da biomassa regional intensificou-se a partir da segunda metade do século passado. Isso porque as políticas de desenvolvimento da Amazônia incentivaram a conversão de grandes extensões de floresta em pastagens e monocultivo, reduzindo a diversidade da região. Além disso, os cultivos florestais não-madeireiros e a agricultura de baixos insumos não receberam os mesmos benefícios concedidos aos modelos de produção intensiva (DUBOIS, *op. cit.*).

A recuperação desse processo ambiental conta com o SAF como uma das alternativas de sustentabilidade. Mas, a decisão sobre a adoção ou expansão dos SAF deve ser sopesada tanto a nível macro como microrregional.

Em nível macro a implantação e distribuição regional deve ser definida a partir das propostas de desenvolvimento para a Amazônia, ou seja, devem ser alocados, dentro do zoneamento econômico-ecológico, nas zonas de expansão e consolidação produtiva (VAN LEEUWEN; GOMES, 1999).

Em nível micro, definido o perfil do produtor, a finalidade do sistema e as condições de mercado, o SAF pode ser a alternativa para melhorar a renda e o bem-estar do produtor e reduzir a perda da biodiversidade, adequando-se às necessidades sociais e econômicas (REICHE, 1983). Também, é necessário que os produtores tenham uma visão dos benefícios e possíveis complexidades desse sistema, bem como, estejam de posse das principais informações técnicas a respeito do mesmo (SCHERR; MÜLLER, 1991).

A experiências bem sucedidas dos sistemas agroflorestais implementados na Amazônia contaram, de uma forma geral, com interação entre produtores, tecnologia e assistência técnica, caso contrário, os pontos positivos relacionados sobre SAF podem ficar obscuros para produtores e investidores, com reflexos negativos sobre a sustentabilidade ambiental.

Exemplo disso ocorre em Tomé-Açu, onde o produtor é escolarizado, possui experiência na atividade e está atento ao mercado. O arranjo praticado atualmente é o seqüencial com cultivo de pimenta até o quinto ano, sendo em seguida substituída pelo maracujá por dois anos, como prevenção a fusariose. Após isso, o maracujá é substituído pelo cupuaçu (ou cacau) que permanece em combinação com a espécie florestal plantada no primeiro ano.

Em certa medida, o êxito dos SAF em Tomé-Açu deve-se a atenção dada tanto a esses aspectos como também ao fomento a produção, a pesquisa e a assistência técnica prestada pela CAMTA. Por se tratar de um sistema complexo,

multiestágio⁵ e multiperíodo⁶, os SAF devem ser muito bem discutidos e monitorados, com vistas a assegurar sua sustentabilidade.

Aqui, o conceito de sustentabilidade relaciona-se ao de desenvolvimento com a permanência ou melhoria de algumas pré-condições mínimas que assegurem o bem estar do homem e da sua relação com o solo, o clima, a água, a planta e os animais, sem modificações antrópicas significativas do estoque de recursos naturais, do clima e do meio ambiente em que vive (RELATÓRIO BRUNDTLAND, 1991).

Essa conceituação envolve a aferição da variabilidade dos aspectos econômicos, sociais e ambientais, considerados básicos para a sobrevivência e melhoria das condições de vida no planeta. E o SAF, tido teoricamente como uma emergência do meio ambiente, pode determinar e ser determinado pela sustentabilidade do mesmo, dependendo do nível de variabilidade socioeconômica e ambiental.

Em resumo, diante dos aspectos apresentados, importa reconhecer que, num rápido balanço, os SAF apresentam mais vantagens do que desvantagens. Todavia, é preciso entender que o SAF é um sistema complexo, cuja implantação e manejo depende de um planejamento sobre: a) diagnóstico rural; b) objetivo do produtor; c) mercado; d) tamanho do SAF; e) arranjo espacial e temporal dos componentes; f) disponibilidade de insumos e fatores; g) tecnologia; h) cronograma físico-financeiro de custo, produção e receitas; i) manejo e monitoramento técnico, econômico e sócioambiental.

O presente estudo enfoca os modelos de SAF do município de Tomé-Açu, seguindo uma linha teórica em que supostamente prevaleçam as vantagens e características de sustentabilidade desses sistemas em relação aos monocultivos tradicionais, levando em conta a predominância da tipologia de pequeno produtor

⁵ Normalmente cada cultivo do SAF envolve três estágios: plantio, tratos culturais e colheita.

⁶ Nos SAF os cultivos implicam vários períodos de produção (colheita) ao longo de seu ciclo.

que desenvolve sistemas socioeconômicos e intermediários em áreas alteradas, cuja produção é destinada, em sua maior parte para o mercado – próximo a unidades agroindustriais – e, em menor proporção para o próprio consumo.

2.4 PRODUÇÃO E RISCO NA AGRICULTURA

2.4.1 Função de Produção Dinâmica

A microeconomia clássica é mais bem desenvolvida numa estrutura estática do que numa estrutura dinâmica, razão pela qual as análises de resposta da produção agrícola têm utilizado intensamente os modelos estáticos (CHAVAS *et al.*, 1985).

Todavia, os processos de produção agropecuários não são instantâneos e nem estáticos, porque ocorrem num ambiente dinâmico – a unidade produtiva – onde a influencia do tempo afeta diretamente a eficiência da produção. A produção agropecuária ocorre tipicamente ao longo do tempo em função da necessidade de longo período para o desenvolvimento biológico associado ao processo de crescimento. Assim, a disponibilidade e utilização de insumos ao longo do tempo - a exemplo da ração animal, adubação agrícola e agrotóxicos - pode influenciar na obtenção do produto.

Por outro lado, dado o ciclo de produção agrícola, a *resposta eficiente da produção* encontra-se estreitamente relacionada com o horizonte de planejamento e a prioridade conferida ao tempo pelo tomador de decisão (produtor). Dependendo de como o tempo afeta o *uso dos insumos* e a *colheita do produto*, Dillon (1977) propôs uma *classificação de tempo* que resultou em 96 tipos de resposta na produção. O autor discutiu as implicações disso com ênfase particular sobre o *uso ótimo de insumos* ao longo do tempo.

A modelagem dinâmica da produção pode ser feita de varias maneiras. A primeira, elaborada por Dillon (1977), especifica a resposta da produção como

uma função do tempo e do total de insumos utilizados durante o período de resposta. Um enfoque alternativo – e que tem sido mais utilizado recentemente - considera que a produção dinâmica baseia-se numa equação diferencial que caracteriza o processo de crescimento.

Fawcett (1973) argumentou em favor do segundo enfoque por duas razões: primeiro porque permite o uso de informações nutricionais na especificação do crescimento biológico; segundo porque discute melhor o efeito de mudanças no uso de insumos ao longo do tempo.

É importante registrar que o enfoque da equação diferencial para a modelagem de processos dinâmicos corresponde à especificação da "equação estado" utilizada por Bryson e Ho (1975) na moderna *teoria do controle ótimo*. O método do *controle ótimo* tem sido muito utilizado em estudos econômicos aplicados à otimização de sistemas dinâmicos.

Por seu turno, o método da equação diferencial também pode ter ampla aplicação aos processos de otimização da produção agrícola. Observa-se a necessidade de desenvolvimento da economia da produção dinâmica e suas implicações para a eficiência da produção agrícola. Os modelos de produção dinâmica devem apresentar uma resposta biológica mais precisa ao uso dos insumos, orientando os produtores sobre a melhor decisão de produção.

A apresentação de um modelo de produção de crescimento biológico baseado na especificação de uma equação diferencial considera a planta ou o animal como um ativo que produz subprodutos como frutos, carne ou leite, respectivamente, comercializáveis num mercado competitivo. Nesse modelo, a própria planta ou o animal (ativo) também pode ser vendido e substituído (reposto) por outra planta ou animal novo, após um período de tempo T^7 . Todavia, a primeira questão colocada é como modelar o crescimento (volume ou peso) da

⁷ Observe que T é diferente de t porque o primeiro (T) representa todo o período de vida útil do ativo (animal ou planta), findo o qual a planta ou animal é reposta; e, o segundo (t) corresponde apenas uma fase de produção anual dentro da vida útil dessa planta ou animal.

planta ou do animal. A segunda é como derivar as implicações econômicas para a *eficiência produtiva*, dada uma função-objetivo específica.

Para construir a *função estado*, Chavas *et al.* (1985) supõe que z_t é um escalar que mede o volume da planta ou o peso vivo do animal no tempo t e que dadas algumas condições iniciais x_0 , o crescimento da planta ou animal é então descrito pela seguinte *equação estado*:

$$Z_t = f(x_t, q_t, t) \quad (1a)$$

$$h(x_t, q_t, t) \leq 0 \quad (1b)$$

onde:

$Z_t = dx_t/dt$ = é a taxa de crescimento da planta ou animal por unidade de tempo;

x_t = escalar que mede o volume da planta ou o peso vivo do animal no tempo t ;

f e h são funções diferenciáveis;

$q_t = (q_{1t}, q_{2t}, \dots, q_{nt})$ é um vetor de quantidades e/ou valor de insumos (adubo ou ração, etc.), cuja escolha é feita pelo produtor no tempo t .

A função diferencial de primeira ordem (1a) é a *equação estado*, que descreve o processo de crescimento e indica como o produtor, através da escolha dos insumos q_t , pode influenciar o crescimento da planta ou do animal. A equação (1b) reflete as possíveis restrições ou desigualdades sobre o estado e controle das variáveis no tempo t .

Nestas condições, considere o valor de uma determinada planta (árvore) ou animal no tempo de sua introdução no processo produtivo ($t = 0$) pelo valor presente do lucro ou quase-renda (π), da seguinte forma:

$$\pi = \int^T (P_t y_t - r'_t u_t) e^{-it} dt + P_T x_T e^{-iT} - I \quad (2)$$

em que:

I = é o custo fixo da planta ou animal incluindo a fundação da cultura ou a compra do animal no tempo $t = 0$;

$y_t = g(x_t, q_t, t)$ é o produto atual obtido no tempo t durante o crescimento da planta ou animal (fruto, carne ou leite, conforme o caso) e comercializado a preço competitivo P_t ;

r'_t = vetor de custo unitário do insumo q_t ;

i = taxa de desconto;

e^{-it} = é o fator de desconto para um modelo de tempo contínuo;

T = tempo de reposição (ou tempo de mercado) da planta ou do animal;

P_T = é o preço unitário de x_T , implicando que $P_T x_T$ é "valor residual" ou valor final da planta ou animal.

Assume-se que cada planta ou animal vendido no tempo T é repostado (ou substituído) imediatamente por um replantio ou pela compra de um animal novo; também, o modelo é limitado ao caso estacionário em que π em (2) é o mesmo para cada planta ou animal e sua reposição.

A função-objetivo para a tomada de decisão do produtor é então definida num determinado horizonte de planejamento como sendo:

$$\text{Max } F = \sum \pi e^{-ijT}, \text{ sujeito a (1a e 1b)} \quad (3)$$

onde:

j = indica a j -ésima planta ou animal envolvido no processo produtivo, onde

$j = 1, 2, \dots, n$;

i = taxa de desconto;

e^{-iT} = é o fator de desconto do período de reposição da planta ou animal;

F = função-objetivo do lucro ou quase-renda (π)

A expressão (3) representa simplesmente a decisão do produtor em maximizar o valor presente dos retornos líquidos obtidos da produção de um conjunto de cultivos ou de um rebanho de animais. Esse modelo é geral em sua aplicação. Seguindo o modelo de *classificação de tempo* de resposta da produção de Dillon (1977), ele inclui a introdução de um insumo solteiro ou isolado (I), bem como a introdução de insumos contínuos (q_t); inclui, também, colheita simples ou solteira (x_t) e a colheita contínua (y_t). Aqui, o tempo T de *reposição ótima* da

planta ou animal é tratado como uma variável decisão, que pode ou não ser tomada pelo produtor.

Considerando que $\sum \pi e^{-i j T} = 1 / (1 - e^{-i T})$, a função-objetivo (3) pode ser alternativamente escrita como

$$\begin{aligned} \text{Max } F &= 1 / (1 - e^{-i T}) \\ &= [\int^T \{ P_t g(x_t, q_t, t) - r_t q_t \} e^{-it} dt + P_T x_T e^{-iT} - I], \text{ sujeito a (1) } \end{aligned} \quad (4)$$

Conforme observa Chavas *et al* (1985) esse é um problema esse é um problema de maximização restrita onde as restrições são as equações (1) que descrevem o processo de crescimento. As condições necessárias para esse problema de otimização são bem conhecidas na literatura sobre *controle ótimo* de Bryson e Ho (1975) e Kamien e Schwartz (1981). Definindo o Hamiltoniano da função por:

$$H_t = L_t + \lambda_t f(x_t, q_t, t) + y'_t h(x_t, u_t, t) \quad (5)$$

onde:

$$L_t = \{ P_t g(x_t, q_t, t) - r_t q_t \} e^{-it}$$

λ_t e y'_t são multiplicadores de Lagrange no tempo t .

Neste caso, as condições de primeira ordem para a maximização de (4) sujeito a (1) são dadas pela:

Condição de otimização

$$\partial H_t / \partial q_t = \partial L_t / \partial q_t + \lambda_t \partial f / \partial q_t + y'_t \partial h / \partial q_t = 0 \quad (6 a)$$

$$y_t \leq 0 \quad h(x_t, q_t, t) \leq 0 \quad y'_t h(x_t, q_t, t) = 0 \quad (6 b)$$

e pela *Equação influência*

$$-\lambda_t = \partial H_t / \partial x_t = \partial L_t / \partial x_t + \lambda_t \partial f / \partial x_t + y'_t \partial h / \partial x_t \quad (7 a)$$

$$\lambda_T = \partial k_T / \partial x_T \quad (7 b)$$

onde $k_T = P_T x_T e^{-iT}$

Desse modo, o conceito de eficiência da produção dinâmica baseia-se no *uso ótimo do insumo*, e a trajetória ótima é obtida pela solução das equações (6)

e (7) juntamente com a equação (1). Se a restrição (1b) não for amarrada ($y_t = 0$), a condição de otimização implica que, no ponto ótimo, o nível de insumo (q_t) é escolhido na medida em que o benefício marginal imediato de seu uso ($\partial L_t / \partial q_t$) corresponda ao efeito marginal das decisões atuais sobre o valor da planta ou do animal ($\lambda_t \partial f / \partial q_t$).

Essa interpretação torna-se mais clara quando se observa que (λ_t) representa a avaliação marginal da variável (x_t) – fruto, carne ou leite – no tempo t , implicando que ($\lambda_t \partial f / \partial q_t$) é o valor de uma unidade da produção multiplicado pelo efeito do insumo (u_t) sobre o crescimento do produto. Da mesma forma, (λ_t) é a taxa a qual o valor marginal da variável (x_t) muda.

Portanto, se ($y_t = 0$), a equação de influencia (7) assegura que, no ponto ótimo, ($-\lambda_t$), a variação de uma unidade do peso animal no tempo t é igual a soma de sua contribuição ao lucro atual ($\partial L_t / \partial x_t$) e de sua contribuição para aumentar o valor do animal no final do processo de produção ($\lambda_t \partial f / \partial q_t$). Vale dizer, cada unidade de peso do produto diminui em valor, precisamente a mesma taxa em que gera o aumento do valor do produto.

A fim de ilustrar como a eficiência da produção dinâmica difere da eficiência estática, basta reescrever a condição de otimização de (6) no caso em que as restrições (1 b) não são amarradas ($y_t = 0$), ou seja:

$$\partial H_t / \partial q_t = (q_t \partial g / \partial q_t - r_t) e^{-it} + \lambda_t \partial f / \partial q_t = 0 \quad (8)$$

Essa condição de otimização gera os seguintes resultados:

$$\frac{P_t \partial g / \partial q_{kt} - r_t}{P_t \partial g / \partial q_{mt} - r_t} = \frac{\partial f / \partial q_{kt}}{\partial f / \partial q_{mt}} \quad (9)$$

em que $0 \leq t \leq T$

O lado direito da equação (9) representa a taxa marginal de substituição técnica (TMST) entre os insumos k e m com relação ao crescimento da função f enunciada em (1a), enquanto o lado esquerdo representa a razão entre o valor do

produto marginal líquido (VPMgL) dos dois insumos k e m . Esse VPMgL no tempo t é igual ao valor do produto marginal atual ($P_t \cdot \partial g / \partial u_t$) menos o custo unitário do insumo (r_t), onde u_t representa o insumo (k ou m) utilizado no tempo t .

A equação (9) que caracteriza a produção eficiente através da escolha ótima do insumo num contexto dinâmico, estabelece simplesmente que a TMST entre dois insumos da produção é igual a razão dos VPMgL desses insumos.

Esta condição difere da conhecida estrutura estática - onde apenas uma relação técnica representada pelo VPMg é igual a razão entre o preço dos insumos. Esta relação que denota a condição de eficiência no aproveitamento dos fatores de produção foi utilizada por Varela (2001) na determinação dos níveis de eficiência dos investimentos do FNO na Região Norte no período de 1989 a 1999.

Nesta função de produção dinâmica adequada ao caso dos SAF, não apenas uma, mas duas relações técnicas jogam um papel decisivo nas condições de otimização: a função taxa de crescimento $z_t = f(x_t, q_t, t)$ e a função de produção para obtenção do produto atual $y_t = g(x_t, q_t, t)$. Por fim, deve-se acrescentar que a política de *reposição ótima* dos ativos agropecuários também pode ser deduzida teoricamente desse conjunto de equações, mas não constitui o objeto deste trabalho.

2.4.2 Base Teórica do Risco

O conceito geral de risco na agricultura está associado à distribuição de probabilidade de ocorrência de um evento qualquer que prejudique o valor da produção ou o lucro esperado pelo produtor (KNIGHT, 1921).

Segundo Cruz (1986), a diferença entre risco e incerteza, - o primeiro considerado através do conceito de probabilidade objetiva, e a incerteza caracterizada pela absoluta ignorância do tomador de decisão quanto à probabilidade de ocorrência dos eventos -, não é estritamente apropriada para o

caso da agricultura, já que nesta o risco se caracteriza quando o produtor ou pesquisador tem uma idéia subjetiva da probabilidade de ocorrência de determinado evento.

Santos (1996) também defende que no caso da agricultura *“o conceito de risco coincide com o de incerteza, podendo ambos os termos ser usados indistintamente”*. O autor considera que:

“O ato de investir em determinada atividade agrícola é uma decisão pessoal do agricultor, que deve refletir sobre as possibilidades futuras de sucesso ou insucesso na atividade, considerando as restrições a que deverá estar sujeito, principalmente aquelas relacionadas ao mercado de produtos e insumos e as variações bioclimáticas.”

Tais restrições referem-se ao risco do empreendimento, considerado parâmetro importante no processo de tomada de decisão do produtor. Nesse sentido, a teoria de decisão de Bernoulli incorpora o risco baseando-se em probabilidades subjetivas do tomador de decisão a respeito da ocorrência de eventos incertos e em preferências pessoais, as conseqüências potenciais desses eventos (CRUZ, 1986; SANTOS, 1996).

Sobre o assunto, Santos (1996), afirma que *“essa decisão será tanto mais eficiente quanto melhor forem definidos os princípios que a orientam e passa a depender diretamente da precisão das estimativas de probabilidade de ganhos e perdas, considerando o risco aleatório envolvido”*.

Cruz (1986) mostra que os modelos adotados para análises em condições de risco podem ser enquadrados em dois grupos distintos: *“modelos de incorporação de risco e de decisões isoladas ou individuais”*, utilizado quando o tomador de decisões enfrenta problema de escolha da melhor alternativa para a

empresa, e os “modelos empregados nas decisões relacionadas ao planejamento da empresa como um todo”.

Noronha (1987) assegura que “dentre as técnicas que usam probabilidade, os modelos de simulação são os que incorporam as condições de risco na análise de forma mais adequada do ponto de vista teórico, além de serem exeqüíveis na prática”. Segundo Santos (1996), alguns autores consideram o método de simulação preferível quando se pretende uma avaliação de probabilidade completa, permitindo, na prática, uma maior aproximação à estimativa da distribuição verdadeira (REUTLINGER, 1970; ARAÚJO, 1992).

Campos (1991) afirma que o método de simulação Monte Carlo é uma técnica utilizada há vários anos, para estimar risco em decisão de investimento, possibilitando ainda examinar relações biológicas e físicas que a maioria dos algoritmos formais tem fracassado para descrever realisticamente. O autor complementa que, de acordo com Pouliquen (1970), o método é conveniente, confiável, de baixo custo e simples, dependendo apenas de um programa computacional, com rotinas específicas.

Em que pese as vantagens do método Monte Carlo, o modelo teórico a ser adotado na presente pesquisa fundamenta-se na análise de dados observados, assumindo que, de uma maneira geral, o risco na agricultura é influenciado pelo preço (do produto e dos insumos) e pelo comportamento do mercado, além das inovações tecnológicas e das políticas governamentais (variáveis institucionais).

Nesse debate teórico é fundamental o entendimento de que o processo de produção agrícola e, portanto, de tomada de decisão sobre a atividade agropecuária, depende do tempo, isto é, ocorre ao longo do tempo. Os produtores se defrontam com o risco na produção porque as flutuações de mercado e os fenômenos econômicos a ele relacionados ocorrem ao longo do tempo.

Antle (1983) em seu estudo sobre a incorporação de risco numa função de produção dinâmica afirma que:

“Se todas as variáveis relevantes forem conhecidas com certeza, os produtores defrontarão apenas com o clássico problema de maximização. Contudo, uma vez que as decisões são tomadas as condições naturais e econômicas mudam e as decisões ótimas tomadas previamente baseadas nas informações passadas tornam-se subótimas frente às novas informações. Esses fatos conduzem-me a hipótese de que o risco afeta tanto a produtividade (eficiência técnica) quanto o uso ótimo dos recursos (eficiência alocativa) e, portanto, a eficiência econômica (a combinação da eficiência técnica e eficiência econômica)”.

O autor refere-se a essa proposição como a **hipótese risco-eficiência**, - desvinculando-a de qualquer relação com o conceito Arrow-Pratt de aversão do risco.- assegurando, contudo, que se essa hipótese for verdadeira, não é necessário argumentar que os produtores são aversos ao risco para justificar que eles estão – ou deveriam estar - preocupados com o risco. Mais ainda, os produtores não precisam ser aversos ao risco para se beneficiar das informações sobre risco da produção ou risco dos preços.

A hipótese risco-eficiência implica a necessidade de modelar e medir a estrutura dinâmica da produção agrícola, a fim de que se possam avaliar os efeitos do risco sobre a renda e a produção agrícola. Os modelos dinâmicos validam a lógica da hipótese risco-eficiência (ANTLE, *op cit*).

No processo de produção agrícola dois tipos de dinâmica podem ocorrer: dinâmica do produto e dinâmica dos insumos. Definindo Q_t como produto, X_t como vetor de insumos e ε_t como a variação aleatória da produção no período t , a forma geral da função de produção com dinâmica do produto pode ser representada por:

$$Q_t = f_t(X_t, Q_{t-1}, Q_{t-2}, \dots, \varepsilon_t) \quad (1)$$

Na dinâmica do produto Q_t depende da taxa passada de crescimento do produto e, implicitamente, do insumo passado e da variação estocástica da produção. A produção agrícola de safra é um exemplo importante de dinâmica do produto porque apresenta três **estágios**: plantio, tratos culturais e colheita. Assim, Q_1 representa o “produto” do estágio plantio, Q_2 representa o produto dos tratos culturais e depende de Q_1 ; e, Q_3 representa o produto final efetivamente colhido e depende de Q_2 .

Nessa linha de raciocínio, uma rotação de culturas é outro exemplo de dinâmica do produto obtido através cultivos em diferentes safras.(ex: a produtividade de arroz numa dada safra depende, de alguma forma, da colheita obtida na safra anterior).

Por outro lado, o processo produtivo relacionado à dinâmica do insumo depende diretamente dos insumos utilizados no passado e pode ser representado por:

$$Q_t = f_t(X_t, X_{t-1}, \dots, \varepsilon_t) \quad (2)$$

Esse processo geralmente ocorre quando há investimento de capital em instalações, máquinas e equipamentos, adubação, etc. Também caracteriza-se a influência da dinâmica do insumo ou fator nos fenômenos tais como fertilidade natural do solo, cultura resistente as pragas, e mão-de-obra capacitada. Em todos estes casos, os insumos escolhidos no **período** anterior afetam a produção nos períodos futuros.

De acordo com Antle (*op cit*), os modelos de produção dinâmica podem ser formulados como problemas de decisão **multiestágio** ou **multiperíodo**. O primeiro é tipificado como uma seqüência de subprocessos que resultam no produto final (ex: plantio, tratos culturais e colheita de uma determinada safra agrícola). O segundo consiste numa seqüência de processos produtivos temporalmente relacionados, mas operacionalmente distintos (ex: rotação de culturas).

Deve-se observar aqui que os sistemas de produção agrícola de um modo geral são caracteristicamente multiestágios porque, a rigor, apresentam biologicamente os estágios de plantio, tratos culturais e colheita. O caso dos SAF pode ser enquadrado numa função multiestágio e multiperíodo porque contemplam mais de um cultivo, cada qual com seus estágios de produção, além do que, envolvem mais de um cultivo, - um dos quais perene - com colheitas em períodos diferenciados.

A mesma função de produção dinâmica pode ser usada para representar problemas de multiestágio e multiperíodo, mas a distinção entre essas modalidades é importante para a especificação da função-objetivo do produtor. O modelo multiestágio de risco neutro com T estágios pode ser representado pela seguinte função-objetivo:

$$\begin{aligned} \text{Max} \quad & E (p_T Q_T - \sum Y_t w_t x_t) \\ & (x_t) \end{aligned} \quad (3)$$

em que Y_t é um fator de desconto e $t = 1, 2, \dots, T$.

Por sua vez, a função-objetivo multiperíodo do produtor com risco neutro, pode ser representada pela seguinte expressão:

$$\begin{aligned} \text{Max} \quad & E (\sum \pi_t Y_t) \\ & (x_t) \end{aligned} \quad (4)$$

onde $\pi_t = (p_t Q_t - w_t x_t)$ e $t = 1, 2, \dots, T$.

Caso o produtor seja averso ao risco deve-se substituir nas equações acima o lucro π por utilidade do lucro $U\pi$. Deve-se notar também que todos os processos de produção envolvem produtos intermediários e, conseqüentemente, apresentam dinâmica de produto. Os modelos multiperíodo podem ter dinâmica de produto, dinâmica de insumo, ou ambos.

Os processos de otimização apresentam problemas de controle estocástico e sua solução pode ser obtida pela aplicação de algoritmos de programação dinâmica. Supondo que E_t seja o operador expectativa definido sobre uma distribuição de probabilidade conjunta de todas as variáveis no tempo t , e que μ_t seja o vetor parâmetro dessa distribuição, a solução ótima para o problema multiperíodo no t -ésimo período é dada por:

$$\text{Max } E_t [\pi_t] + E_t [\sum_j Y_j \pi_j / x_j = x_j^*] \quad (5)$$

(x_t)

em que: x_j^* = vetor de insumo ótimo no período j ;

$$t = 1, 2, \dots, T;$$

$$j = t+1, \dots, T.$$

O problema da função multiestágio é solucionado da mesma forma que o da função multiperíodo; a solução geral em ambos os casos apresenta a seguinte forma funcional:

$$x_t^* = x_t^* [x_{t-1}, x_{t-2}, \dots, Q_{t-1}, Q_{t-2}, \dots, w_t, \mu_t] \quad (6)$$

Com base nas equações (3) a (6) pode-se tirar algumas deduções importantes sobre os modelos de produção dinâmica que incorporam risco, quais sejam: **a)** os modelos de produção dinâmica têm uma estrutura recursiva que é importante na especificação e estimação da função; **b)** as funções de produção são geralmente não lineares e, portanto, o lucro é uma função não linear de produtos que ocorreram no passado, o que significa que a eficiência técnica e econômica geralmente depende do risco da produção; e, **c)** os custos são incertos nos modelos dinâmicos em contraste com os modelos estáticos; com tomadas de decisão seqüenciais, o lucro torna-se uma função não linear dos produtos e dos preços de insumos e produtos.

Portanto, segundo Antle (*op. cit.*) a decisão ótima do produtor depende do risco de preço e do produto como é mostrado pela presença da variável estocástica μ_t na equação (6). Além disso, uma conclusão fundamental pode ser

tirada da estrutura geral dos modelos de produção dinâmica: modelos de risco neutro mostram que o risco afeta a produtividade esperada e a alocação ótima de recursos como previsto pela **hipótese risco-eficiência**. E, todos os produtores podem ganhar com a informação sobre o risco de preço e da produção, sejam eles avessos ou não ao risco.

Nesse contexto, Nikiphoroff (1987), citado por Santana (1992), sustenta que as principais fontes de risco para os agricultores são os preços do produto e a produção.

Santana (*op. cit.*), afirma que *“o risco na produção cresce em razão de alguns fatores fugirem ao controle do produtor no momento da decisão, tais como os fatores climáticos, que interagem com fatores controláveis (uso de insumos e de mão-de-obra)”*.

Segundo o mesmo autor, *“na decisão pressupõe-se que os fatores controláveis (X_1, \dots, X_n) são conhecidos com certeza e os incontroláveis (X_{n+1}, \dots, X_m) são descritos por meio de uma distribuição probabilística multivariada. Assim, pode-se supor que, ao tomar uma decisão, o agricultor encara o produto (y) como uma variável aleatória condicionalmente distribuída em relação aos insumos”*.

Just e Pope (1979), citados por Santana (1992), mostraram que a especificação usual da função de produção, com termo de erro multiplicativo, apresenta muitas restrições no que tange a risco, quando este é medido como a variância do produto. Os autores resumem que as estimativas baseadas na especificação clássica são inadequadas.

Santana (*op. cit.*) evidencia que *“para atender ao caso geral, os autores especificam uma função de produção incluindo duas funções: (a) uma que especifica os efeitos dos insumos sobre a média do produto; e, (b) outra que mede os efeitos dos insumos sobre a variância do produto”*. Neste estudo ambas

as funções de produção são dinâmicas porque o valor bruto da produção atual depende, dentre outros fatores, da produção passada e o nível de risco é estimado com base nos efeitos dos insumos sobre a variância do produto.

Assim, o estudo pretende determinar o nível de risco decorrente das condições de mercado, das medidas relacionadas ao emprego de insumos, do emprego da mão-de-obra, do capital (maquinas e equipamentos) e da tecnologia, através de um modelo econométrico que possibilite a estimação dos coeficientes das variáveis explicativas de uma função-risco, utilizando uma função transcendental similar à trabalhada por Santana (*op. cit.*).

A hipótese sobre o risco levantada pelo estudo é a de que os empreendimentos potencialmente sustentáveis tipo SAF, pela sua natureza multiestágio e multiperíodo, tendem a apresentar menor risco e maior retorno real do que os investimentos realizados em sistemas tradicionais, que são caracteristicamente multiestágios, mas com apenas um período de produção anual.

Tal hipótese baseia-se em dois argumentos: o primeiro de que a diversificação combinada de atividades econômicas – a exemplo do que ocorre com o SAF - tende a minimizar o risco dos investimentos; o segundo, de que tais atividades tendem a aproveitar melhor o uso dos fatores e insumos (alocação eficiente) empregados na produção agropecuária, com efeitos positivos sobre a redução dos custos (FERGUSON, 1975), muito embora tanto os SAF quanto os sistemas tradicionais, estejam sujeitos a **hipótese risco-eficiencia**.

CAPITULO III – ASPECTOS METODOLÓGICOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

3.1.1 Aspectos Gerais

A área objeto deste estudo situa-se na microrregião de Tomé-Acu, Pará, mais precisamente no município de Tomé-Acu, cuja sede localiza-se nas margens do rio Acará distante cerca de 93 km de sua foz no rio Guamá. Nessa região, distante 280 km de Belém por via rodoviária (PA-140) e 270 km pelos rios Acará e Guamá existem várias propriedades rurais que desenvolvem sistemas agrícolas tradicionais ao lado de sistemas agroflorestais cuja expansão vem predominando nos últimos anos.

Os solos predominantes da região são os oxissolos, apresentando níveis baixos de pH e fertilidade limitada. Observa-se nas áreas de topografia plana o Latossolo Amarelo em suas fases texturais variando de média a argilosa e, nas de topografia ondulada, é comum a ocorrência do Concrecionário Laterítico (FALESI *et al*, 1994).

O clima da área é do tipo Ami, da classificação de Köppen, com temperatura média anual de 27,9^oC, variando nos meses entre 28,4^oC (dezembro) e 27,5^oC (julho), e chuvas com um total anual em torno de 2.500 mm, com distribuição irregular durante os meses, definindo duas estações, uma bastante chuvosa (de novembro a junho), e outra menos chuvosa (de julho a outubro), quando ocorrem totais mensais inferiores a 50 mm, o que causa considerável deficiência hídrica (RODRIGUES; BAENA, 1974).

No início da colonização (1929) o município era recoberto por floresta tropical úmida, com a predominância de espécies de madeira de alta qualidade e valor, dentre elas o acapú, pau amarelo, castanheira, maçaranduba, ipê e muitas outras de terra firme. A derrubada dessa vegetação inicial deu-se pelo sistema

tradicional manual de broca, derruba, queima e coivara, tendo sido logo cedo introduzida a mecanização. Atualmente, a maioria da lavoura nessa região é mecanizada e o revestimento florístico predominante é o de capoeira, com algumas manchas de mata secundária (BAENA; FALESI, 1999).

Localizado entre os paralelos de 2° 5' e 3° 15' ao sul e os meridianos 48° 35' e 47° 55' a oeste da cidade de Belém (Figura 1), o município foi colonizado em boa parte por migrantes japoneses, experimentou as duas fases históricas de ocupação agrícola: a primeira, nas décadas de 40 a 70 com a predominância da monocultura da pimenta-do-reino e cacau; e, a fase atual, iniciada com a introdução dos sistemas agroflorestais.

De um modo geral, as práticas agrícolas dos sistemas tradicionais baseiam-se no monocultivo e, segundo Santana (1992), *“apóiam-se na produtividade natural da terra e na utilização da mão-de-obra familiar para obter, por meio de técnicas rudimentares e itinerante de cultivo, a produção de alimentos básicos para suprimento da família, pouco restando para a comercialização”*.

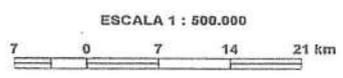
Por outro lado, os sistemas agroflorestais surgem consorciando espécies que obtêm receitas a longo prazo (*perennial crops*), com atividades de médio prazo baseadas na cultura da acerola, cacau, pimenta ou cupuaçu (*cash crops*), ambas intercaladas por cultivos alimentares ou frutícolas de curto prazo (*intercrops*); em alguns casos e sob certas condições, os sistemas agroflorestais incluem o criatório animal, de forma organizada.

O crescimento agrícola do município tem sua origem histórica baseada na colonização oficial, e expandiu-se com os investimentos do Programa de crédito e redistribuição de terras do Norte e Nordeste (Proterra), do Polamazônia e do FNO alocados pelo BASA, com o fortalecimento da CAMTA, e ainda com o asfaltamento da estrada Santa Izabel/Bujaru/Concórdia/Tomé-Açu (PA-140), no final de 2002.

Figura 1: Localização Geográfica do Município de Tomé-Açu-Pa



- LEGENDA**
-  SEDE MUNICIPAL
 -  LIMITE MUNICIPAL
 -  RODOVIAS



FONTE : IMAGENS DE SATÉLITE LANDSAT TM-05,
COMPOSIÇÃO COLORIDA RGB, 3,4,5;
ÓRBITA/PONTO 223/01 E 223/062 DE 2004

MUNICÍPIO DE TOMÉ-AÇU			
MESORREGIÃO NORDESTE PARAENSE		ÁREA 5.044,93 km²	
MICRORREGIÃO DE TOMÉ-AÇU		PERÍMETRO 404.457,05 m	
DATA FEVEREIRO/2005	MUNICÍPIO/UF TOMÉ-AÇU / PARÁ	ESCALA 1 : 500.000	
RESP. TÉCNICO		ARTE FINAL ARQUITETURA & GEOPROCESSAMENTO FONE : (11) 342-5516 - (11) 333-2417	

A produção de alimentos no município vem dando lugar aos cultivos da pimenta-do-reino (*piper nigrum*), cacau (*Theobroma Cacao*) e, recentemente de maracujá (*Passiflora edulis*), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), acerola (*Malphia puniceifolia*) e coco (*Cocus nucifera*), ficando a produção de mandioca, feijão, milho e arroz a cargo dos produtores tradicionais, mas o processo de mudança de sistemas de produção vem ocorrendo de forma razoavelmente orientada, assumindo a configuração de plantios consorciados em função das informações de mercado, do avanço da agroindustrialização e da gradativa introdução de novas técnicas de produção.

3.1.2 Demografia, Ocupação e Uso da Terra

No final de 1996 o contingente nipo-brasileiro de Tomé-Açú era da ordem de 1.567 pessoas (789 homens e 778 mulheres) residentes, em sua maioria, nas localidades e distritos de Quatro bocas, Tomé-Açú, Breu, Arraia, Boa Vista, Ipiranga, Ipitinga, Cuxiu e Mariquita (YAMADA, 1999).

Dessa população, cerca de 315 pessoas (20,0%) tinham curso superior ou equivalente, 735 (47,0%) possuíam o segundo grau completo e os demais (33,0 %) tinham até oito anos de estudo.

Em termos de ocupação econômica a população nipo-brasileira apresentava a seguinte distribuição (Tabela 1):

Tabela 1 – Ocupação econômica da população nipo-brasileira – Tomé-Açu, Pará - 1996.

Atividade	Homens	Mulheres	Total
Agricultura	195	7	202
Industria	7	0	7
Serviços	55	45	100
Assalariado	30	36	66
Estudante	229	240	469
Dekasegui	184	148	232
Dona de casa	0	208	208
Não empregado	89	92	181
TOTAL	789	778	1.567

Fonte: Yamada (1999).

Afora os estudantes, os *dekasegui*⁸ e as donas de casa, o maior contingente ocupado é o da agricultura, indicada como atividade econômica principal do contingente nipo-brasileiro em Tomé-Açu (Tabela 1).

Relativamente a estrutura agrária, do total da população nipo-brasileira em 1996, cerca de 82,7% detinham o título da terra (proprietários) e 273 não possuíam terras. As áreas tituladas somavam 78,4 mil hectares, sendo 76,3 mil ha dos produtores e 2,1 mil ha ocupados pela ASFATA, CAMTA e pelo Hospital Amazônia..

A estrutura agrária indicava a existência de 233 unidades produtivas cujo tamanho variava de menos de um hectare (horticultores) até mais de 1.000 ha por propriedade. Nos anos 60 o tamanho padrão do lote agrícola para o sustento e independência econômica de uma família era de 25 ha. Todavia, a dinâmica agrária decorrente da variação dos estratos sociais e econômicos experimentou uma grande diferenciação do tamanho dos lotes nas últimas quatro décadas.

⁸ Pessoa que se desloca temporariamente ao Japão para trabalhar e conseguir renda para ajuda econômica da família.

A composição estrutural mais recente (Figura 2) indicava que das 233 unidades produtivas existentes, cerca de 156 (67,0%) detinham menos de 200 ha, 51 (21,8%) das propriedades variavam de 200 a 700 ha e 26 (11,2) das unidades possuíam área superior a 700 ha, caracterizando a predominância das pequenas propriedades (até 200 ha) sobre as médias (200–700 ha) e grandes propriedades (≥ 700 ha).

Quanto uso da terra, as pequenas propriedades ocupam uma área de 11.440 ha (14,6%), com predominância de uso agrícola e reserva de floresta secundária, com extração de produtos florestais (coleta) essencialmente para uso familiar. As grandes propriedades ocupam 48.567 ha (61,9%) com a predominância de pastagem e extração florestal para fins comerciais. Nas médias propriedades, com uma área total de 18.444 ha (23,5%), observa-se o meio termo de uso da terra entre as duas estruturas anteriores.

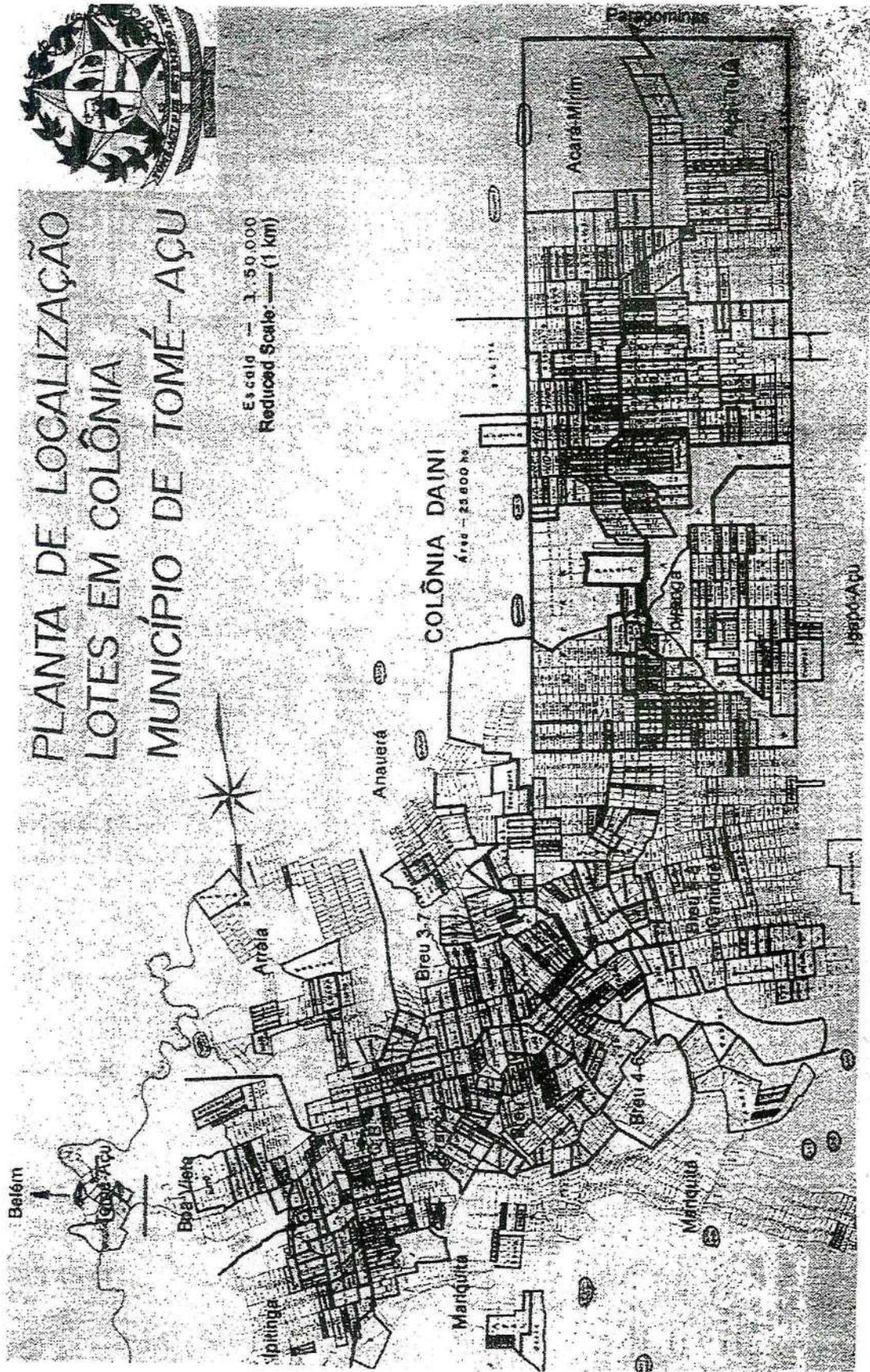
A forma de uso da terra pelas pequenas, medias e grandes propriedades nipo-brasileiras, pode ser visualizada pela Tabela 2, a seguir:

Tabela 2 – Uso da terra por tamanho das propriedades nipo-brasileiras, em hectare –Tomé-Açu, Pará -1996

Tipo de uso	Pequena	Média	Grande	Total (ha)
Culturas	2.332	2.319	1.979	6.629
Pasto	343	3.043	17.276	20.662
Pasto degradado	262	259	1.080	1.602
Floresta secundária	4.730	4.539	4.107	13.376
Extração comercial	2.684	5.948	20.559	29.192
Reserva florestal	753	1.022	576	2.350
Floresta primaria	336	1.314	2.990	4.643
Total (ha)	11.440	18.444	48.567	78.451

Fonte: Yamada (1999).

FIGURA 2 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA CENTRAL DE TOMÉ-AÇU E DAS COLÔNIAS NIPO-BRASILEIRAS



3.2 MODELOS DE ANALISE

O estudo para a determinação da rentabilidade e das funções estimadas do valor bruto da produção e do risco nos SAF - comparativamente aos sistemas de produção tradicionais – utiliza três tipos de modelos: no primeiro, utiliza a análise de rentabilidade econômica; no segundo, utiliza a análise multivariada, particularmente a análise fatorial, para identificar as principais variáveis-resposta que, sob a forma de fatores, afetam o valor bruto da produção e o risco dos sistemas objeto de estudo; no terceiro, utiliza o modelo dinâmico de regressão para verificar as variáveis determinantes do deslocamento da função de produção e do nível de risco dos referidos sistemas. Os resultados da função de produção estimada pelo modelo dinâmico são utilizados também na análise de retorno à escala e de eficiência econômica.

3.2.1 Rentabilidade

O modelo de rentabilidade econômica utilizado no trabalho foi baseado na relação entre o fluxo anual de renda líquida (RL) por hectare - determinada pela diferença entre a receita bruta (RB) e o custo total de produção (CT) de cada sistema, expressos em R\$/ha/ano – e o total do estoque de investimentos (EI) realizados em cada unidade produtiva, ou seja:

$$RL = [(RB - CT) / EI] * 100 \quad (1)$$

Nas receitas brutas foram consideradas apenas aquelas provenientes da produção da unidade produtiva, descontado o valor do autoconsumo familiar. No custo total de produção foram considerados o custo de depreciação, custo de insumos (fertilizantes e defensivos), mão-de-obra direta (permanente e temporária) e o custo de uso da terra. A remuneração da mão-de-obra familiar não foi computada nos custos porque o produtor a deduz da renda líquida obtida em cada período.

É importante destacar que foi considerado para efeito de estimação da rentabilidade (RL) a média dos valores dos anos de 2001, 2002 e 2003 para todas as variáveis-fluxo referentes às receitas (RB) e custos (CT), exceto para o estoque de investimento (EI), cujo valor foi o acumulado até o ano de 2003. Os valores foram atualizados pelo IGP-DI a preços de dezembro de 2003.

3.2.2 Modelo de Análise Fatorial

Análise fatorial é uma técnica de análise estatística multivariada utilizada com a finalidade de definir a estrutura subjacente em uma matriz de dados, através da análise das correlações entre um grande número de variáveis, identificando um conjunto de dimensões latentes comuns que congregam nuvens de dados chamados fatores (SANTANA, 2005).

Johnson e Wichern (1999) afirmam que *“o propósito da análise de fator é descrever as relações de covariância entre muitas variáveis em termos de poucas, mas não observáveis quantidades ou dimensões aleatórias latentes chamados fatores”*. Basicamente a análise de fator é motivada pela existência de variáveis que podem ser agrupadas por suas correlações, onde se observa maior correlação dentro de um grupo e menor correlação entre grupos de variáveis, tal que as diferentes correlações entre cada subgrupo formam as diferentes nuvens de dados que delimitam os fatores.

No campo da estatística multivariada, a análise de fator pode ser considerada uma extensão da análise de componentes principais. Ambas baseiam-se na análise da matriz de covariância (Σ), mostrada adiante. Segundo Santana (*op. cit.*), enquanto a análise de componentes é usada para resumir a maior parte de informação original (variância) a um número de fatores para fins de previsão, a análise fatorial é usada principalmente para identificar fatores ou dimensões latentes que possam refletir o que as variáveis possuem em comum.

A análise fatorial tem duplo objetivo: a) identificar as dimensões isoladas da estrutura de dados, definindo o grau em que cada variável é explicada pela sua dimensão ou fator; e 2) resumir ou reduzir os dados gerando os fatores, através dos quais pode ser interpretado o comportamento do conjunto das variáveis individuais originais. Para a redução dos dados os escores são multiplicados pelas variáveis originais para gerar os referidos fatores.

Algumas suposições são levadas em conta na análise fatorial. Estatisticamente os desvios da normalidade, da homocedasticidade e da linearidade são considerados apenas quando diminuem as correlações observadas entre as variáveis. Santana (*op. cit.*) pondera que a normalidade é necessária apenas numa eventual aplicação de teste de significância dos fatores e que, de uma maneira geral, um pouco de multicolinearidade contribui para identificar conjuntos de variáveis inter-relacionadas.

O autor complementa que é importante assegurar também que a matriz de dados apresente correlações superiores a 0,30, suficientes para justificar a aplicação da análise fatorial. Ademais, quando os fatores são "verdadeiros" nos dados, a correlação parcial apresenta-se pequena ou não significativa, já que a variável pode ser explicada pelos fatores. Quando as correlações parciais são elevadas, a análise fatorial torna-se inadequada porque inexistem fatores latentes "verdadeiros".

Alguns critérios são utilizados para extração dos fatores, dentre os quais se destacam: raiz latente, *a priori* e porcentagem da variância. O primeiro, mais utilizado, parte do princípio de que qualquer fator individual deve explicar a variância de pelo menos uma variável que tenha autovalor maior do que 1 (um) para que seja considerado significativo e o fator seja mantido para interpretação; o segundo critério é utilizado apenas quando o pesquisador conhece *a priori* quantos fatores extrair para realizar a análise; e, o terceiro critério baseia-se no alcance de um percentual cumulativo mínimo (60% nas ciências sociais) da variância total extraída por fatores sucessivos.

Na análise fatorial os fatores são extraídos na ordem de sua importância, conforme a ordem decrescente da explicação da variância total. Com o processo de rotação fatorial, os eixos de referência dos fatores são rotacionados em torno de sua origem alcançando outra posição em que a variância é redistribuída dos primeiros fatores para os últimos, a fim de atingir um padrão fatorial mais consistente e teoricamente mais significativo.

O modelo geral é constituído por um vetor aleatório de variáveis observáveis \mathbf{X} com p observações, que possuem média μ e matriz de covariância Σ . Teoricamente, o modelo de fator postula que \mathbf{X} é linearmente dependente de um conjunto de variáveis aleatórias F_1, F_2, \dots, F_m chamadas *fatores comuns*, e de fontes adicionais de variação $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_p$, chamados *erros* ou *fatores específicos* (JOHNSON; WICHERN, 1999). Apresenta-se da seguinte forma:

$$\begin{aligned}
 X_1 - \mu_1 &= \varphi_{11} F_1 + \varphi_{12} F_2 + \dots + \varphi_{1m} F_m + \varepsilon_1 \\
 X_2 - \mu_2 &= \varphi_{21} F_1 + \varphi_{22} F_2 + \dots + \varphi_{2m} F_m + \varepsilon_2 \\
 &\vdots \\
 &\vdots \\
 X_p - \mu_p &= \varphi_{p1} F_1 + \varphi_{p2} F_2 + \dots + \varphi_{pm} F_m + \varepsilon_p
 \end{aligned} \tag{1}$$

Esse modelo apresenta-se geralmente com, a seguinte notação matricial:

$$\begin{array}{ccccccc}
 \mathbf{X} - \boldsymbol{\mu}_i & = & \mathbf{L} & \times & \mathbf{F} & + & \boldsymbol{\varepsilon}_i \\
 (px1) & & (pxm) & & (mx1) & & (px1)
 \end{array} \tag{2}$$

em que $i = 1, 2, \dots, p$ e $m = 1, 2, \dots, j$

O modelo da presente análise utiliza as seguintes variáveis: preço do produto (P), área cultivada (AA), quantidade produzida (QT), gestão (GE), mão-de-obra contratada (MO), fertilizantes e defensivos (IN), máquinas e equipamentos agrícolas (ME) e tecnologia (TC), com a seguinte forma:

$$\begin{aligned}
P - \mu_1 &= \varphi_{11} F_1 + \varphi_{12} F_2 + \dots + \varphi_{1m} F_m + \varepsilon_1 \\
AA - \mu_2 &= \varphi_{21} F_1 + \varphi_{22} F_2 + \dots + \varphi_{2m} F_m + \varepsilon_2 \\
QT - \mu_3 &= \varphi_{31} F_1 + \varphi_{32} F_2 + \dots + \varphi_{3m} F_m + \varepsilon_3 \\
GE - \mu_4 &= \varphi_{41} F_1 + \varphi_{42} F_2 + \dots + \varphi_{4m} F_m + \varepsilon_4 \\
MO - \mu_5 &= \varphi_{51} F_1 + \varphi_{52} F_2 + \dots + \varphi_{5m} F_m + \varepsilon_5 \\
IN - \mu_6 &= \varphi_{61} F_1 + \varphi_{62} F_2 + \dots + \varphi_{6m} F_m + \varepsilon_6 \\
ME - \mu_7 &= \varphi_{71} F_1 + \varphi_{72} F_2 + \dots + \varphi_{7m} F_m + \varepsilon_7 \\
TC - \mu_8 &= \varphi_{81} F_1 + \varphi_{82} F_2 + \dots + \varphi_{8m} F_m + \varepsilon_8
\end{aligned} \tag{3}$$

Nos sistemas (1) e (3) o coeficiente φ_{im} é denominado *carga* da i -ésima variável sobre o m -ésimo fator de tal forma que L de (2) é a *matriz de cargas do fator*. O *fator específico* ε_i está associado somente com a i -ésima variável-resposta X_i . Neste caso os p desvios $X_1 - \mu_1, X_2 - \mu_2, \dots, X_p - \mu_p$ são expressos em termos de $p + m$ variáveis aleatórias F_1, F_2, \dots, F_m e $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_p$ desvios.

Nesses sistemas, com muitas quantidades *não-observáveis*, uma verificação direta do fator a partir das observações de X_1, X_2, \dots, X_p torna-se inviável. Entretanto, com algumas suposições adicionais sobre os vetores aleatórios F e ε , o modelo (2) implica algumas relações de covariância, com base nas quais passa a constituir o *modelo de fator ortogonal*.

O *modelo de fator ortogonal*, por seu turno, implica uma estrutura de covariância para X , em que $\text{Cov}(X) = LL' + \Psi$ e $\text{Cov}(X, F) = L$, sendo Ψ uma matriz diagonal - a fim de que se possa assegurar a linearidade do modelo. A

porção da contribuição da variância da i -ésima variável para o fator comum m é chamada de *comunalidade* e a porção da $\text{Var}(X_i) = \sigma_{ij}$ devida ao *fator específico* é denominada *variância específica*.

A fim de se obter resultados estimados adequados para L e Ψ , geralmente o modelo exige a necessidade de que a matriz de carga seja ortogonalmente rotacionada. Uma vez que as cargas e a variâncias específicas são obtidas, os fatores são identificados e os escores desses fatores são estimados. O efeito da rotação é a de redistribuir a variância dos primeiros fatores para os últimos, fortalecendo a correlação entre as variáveis associadas a um mesmo fator e enfraquecendo-a com os demais fatores (SANTANA, 2005).

Os testes estatísticos da análise fatorial avaliam a adequação da amostra de dados e da validade da própria análise fatorial. Inicialmente o teste KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) indica a adequação dos dados à análise fatorial e varia entre zero e 1 (um). Em seguida, é feito o teste de significância da matriz de correlação simples de *Pearson* entre as variáveis, a fim de avaliar a porcentagem de significância das correlações entre as variáveis. Por último, o teste de *Bartlett* é feito para verificar a adequação da análise, avaliando a hipótese de nulidade ou não de que a matriz de correlação é uma matriz-identidade, com significância ao nível de 1% da estatística do qui-quadrado (JOHNSON; WICHERN, 1999; SANTANA, 2006).

Após a identificação dos fatores e a realização dos testes estatísticos, a análise de fatores prossegue, agora numa segunda etapa, fazendo-se a regressão do valor bruto da produção (VBP) como variável dependente contra os escores dos fatores F_1, F_2, \dots, F_m , estes como “variáveis” independentes do modelo de função de produção, a fim de que se possa verificar quais fatores (e como) afetam o deslocamento do valor bruto da produção (VBP) dos SAF. Nesta segunda etapa, a forma funcional é representada por:

$$\text{VBP}_t = \alpha + \beta_1 F_1 + \beta_2 F_2 + \dots + \beta_k F_k + \varepsilon_t \quad (4)$$

onde:

VBP = valor bruto da produção, expresso em reais de dezembro de 2003, no tempo t;

α e β_i são parâmetros da regressão, sendo $i = 1, 2, \dots, k$

F_i = são os escores dos fatores;

ε_t = termo de erro aleatório

Na terceira etapa da análise de fator, o termo de erro aleatório ε_t , obtido com base na regressão estimada de (4) é estabelecido como variável dependente (sob a forma de módulo $|\varepsilon_t|$), e os escores dos fatores constituem as “variáveis” independentes do modelo de determinação de risco (variabilidade do produto), que apresenta a seguinte formulação:

$$|\varepsilon_t| = \beta_0 + \theta_1 F_1 + \theta_2 F_2 + \dots + \theta_k F_k + v_t \quad (5)$$

em que:

$|\varepsilon_t|$ = valor absoluto (ou módulo) do erro estimado da regressão (4), expressando o risco ou a variabilidade do produto, no tempo t;

β_0 e θ_i são parâmetros da regressão, sendo $i = 1, 2, \dots, k$

F_i = são os escores dos fatores;

v_t = é o termo de erro estocástico.

As funções (4) e (5) são estimadas pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

3.2.3 Função de Produção Dinâmica

A função de produção é a representação de uma estrutura funcional muito utilizada pela microeconomia clássica para analisar o comportamento da produção em função dos diferentes níveis de utilização dos insumos e fatores. Essa função – baseada na análise estática – foi utilizada recentemente na determinação da eficiência dos investimentos do FNO sobre o valor bruto da produção agropecuária do Pará, e em outros estudos relevantes (VARELA, 2001).

A forma funcional utilizada no presente trabalho é o de uma função de produção dinâmica, ajustada para captar os efeitos defasados do valor da produção passada sobre a produção atual, através de um modelo dinâmico de regressão múltipla.

O modelo dinâmico de regressão especificado para determinação do valor bruto da produção e do risco nos sistemas agroflorestais consiste na função tipo transcendental de dois estádios utilizada por Santana (1992), sem as inadequações da função clássica identificadas por Just e Pope (1979).

No estágio I o valor bruto da produção (VBP) é determinado pelos fatores, área cultivada (AA), insumos (IN), tecnologia (TC) e pelos efeitos do valor bruto da produção do ano anterior (VBP_{t-1}) (inseridos na parte Cobb-Douglas da função) e pela mão-de-obra contratada (MO), máquinas e equipamentos (ME) e pela variável *dummy* (DU) (incorporados na parte exponencial da função).

O modelo de análise foi montado com dois tipos de variáveis *dummy* representadas por DU_1 e DU_2 . A variável *dummy* DU_1 foi inserida na função para captar possíveis diferenças existentes entre a produção dos SAF (com valor 1) e dos Sistemas Tradicionais (com valor zero) e que eventualmente provoquem o deslocamento da função de produção. A *dummy* DU_2 foi testada para captar eventuais diferenças de produção de um ano para outro, entre os dois sistemas,

sendo atribuído valor zero para o primeiro ano e valor 1 para o segundo ano da série de tempo, em cada um dos dois sistemas.

Referida função é representada por um modelo dinâmico auto-regressivo⁹ com a seguinte configuração:

$$VBP_t = \alpha_0 (AA_t)^{\alpha_1} (IN_t)^{\alpha_2} (TC_t)^{\alpha_3} (VBP_{t-1})^{\alpha_4} \cdot \exp. [\alpha_5 (DU) + \alpha_6 (MO_t) + \alpha_7 (ME_t)] + v_t \quad (1)$$

logaritmando (1),

$$\log VBP = \alpha_0 + \alpha_1 \log AA + \alpha_2 \log IN + \alpha_3 \log TC + \alpha_4 \log VBP_{t-1} + \alpha_5 DU + \alpha_6 MO_t + \alpha_7 ME_t + v_t \quad (2)$$

No estágio II a variabilidade da produção ou elasticidade-risco é determinada pela função logarítmica do termo de erro da expressão anterior, ou seja:

$$\log(V_t) = \beta_0 + \beta_1 \log AA_t + \beta_2 \log IN_t + \beta_3 \log TC_t + \beta_4 \log VBP_{t-1} + \beta_5 DU_t + \beta_6 MO_t + \beta_7 ME_t + u_t \quad (3)$$

onde:

VBP_t = valor bruto da produção agrícola, expresso em reais de dezembro de 2003;

AA_t = área de terra efetivamente cultivada, em hectares;

IN_t = valor dos adubos e defensivos utilizados, em reais de dezembro de 2003;

TC_t = tecnologia, expressa em índice de produtividade relacionado a produtividade média do cultivo tradicional ou solteiro da região;

VBP_{t-1} = valor bruto da produção agrícola do ano anterior, expresso em reais de dezembro de 2003;

DU_t = variável *dummy* expressa por DU_1 para captar diferença de produção entre SAF (1) e ST (0) ou por DU_2 para testar diferenças de produção entre um ano (0) e o subsequente (1), em cada um dos dois sistemas de produção;

MO_t = mão-de-obra contratada, expressa em homens-dia (h/d) de trabalho;

⁹ O modelo de função de produção dinâmica não se refere a defasagem distribuída dos insumos e fatores de produção, a exemplo do modelo que foi utilizado por Mesquita (1996), para medir o impacto de mudança tecnológicas em sistemas tradicionais de produção. No presente estudo, considera-se o VBP_{t-1} , como variável monetária independente, defasada de um período, como variável explicativa do VBP atual e do Risco.

ME_t = valor das máquinas e equipamentos agrícolas, expresso em reais de dezembro de 2003;

α_i e β_i = coeficientes das variáveis da função de produção dinâmica e da função risco, respectivamente;

v_t e u_t = termos de erro aleatórios da função de produção e da função risco, respectivamente.

3.2.4 Economia de Escala

Em geral, a microeconomia clássica considera que a curva de custo médio de longo prazo tem a forma de “U” significando que no longo prazo aumentos na produção uma empresa podem ser obtidos com expansão de seu tamanho ou capacidade produtiva. Se a curva de custo médio no longo prazo decrescer à medida que aumentar a produção, isto significa que tamanhos de empresas sucessivamente maiores são mais eficientes do que os tamanhos maiores.

As forças que levam a curva de custo médio de longo prazo a decrescer à medida que a firma aumenta sua produção e tamanho são chamadas de “economias de escala”. Teoricamente existem duas importantes economias de escala: 1) crescentes possibilidades de divisão e especialização do trabalho; e 2) crescentes possibilidades de uso de desenvolvimento tecnológico avançado e/ou equipamentos maiores (LEFTWICH, 1974).

O nível ótimo de produção para um dado tamanho da empresa é aquele em que seu custo médio mínimo de curto prazo tangencia o custo médio mínimo da curva de longo prazo. Neste ponto diz-se que existe retorno constante a escala.

Geometricamente, a curva de custo médio de longo prazo diminui quando a produção aumenta até o ponto de custo médio mínimo; a partir deste ponto a curva aumenta quando a produção continua a crescer. No primeiro segmento da

curva existe economia de escala, ou seja, a empresa opera com custos decrescentes ou retornos crescentes, a medida que aumenta a produção. No segundo segmento há deseconomia de escala, o que equivale dizer que a empresa está operando com custos crescentes e retornos decrescentes a medida que continua aumentando sua produção (BYRNS; STONE JR., 1996)

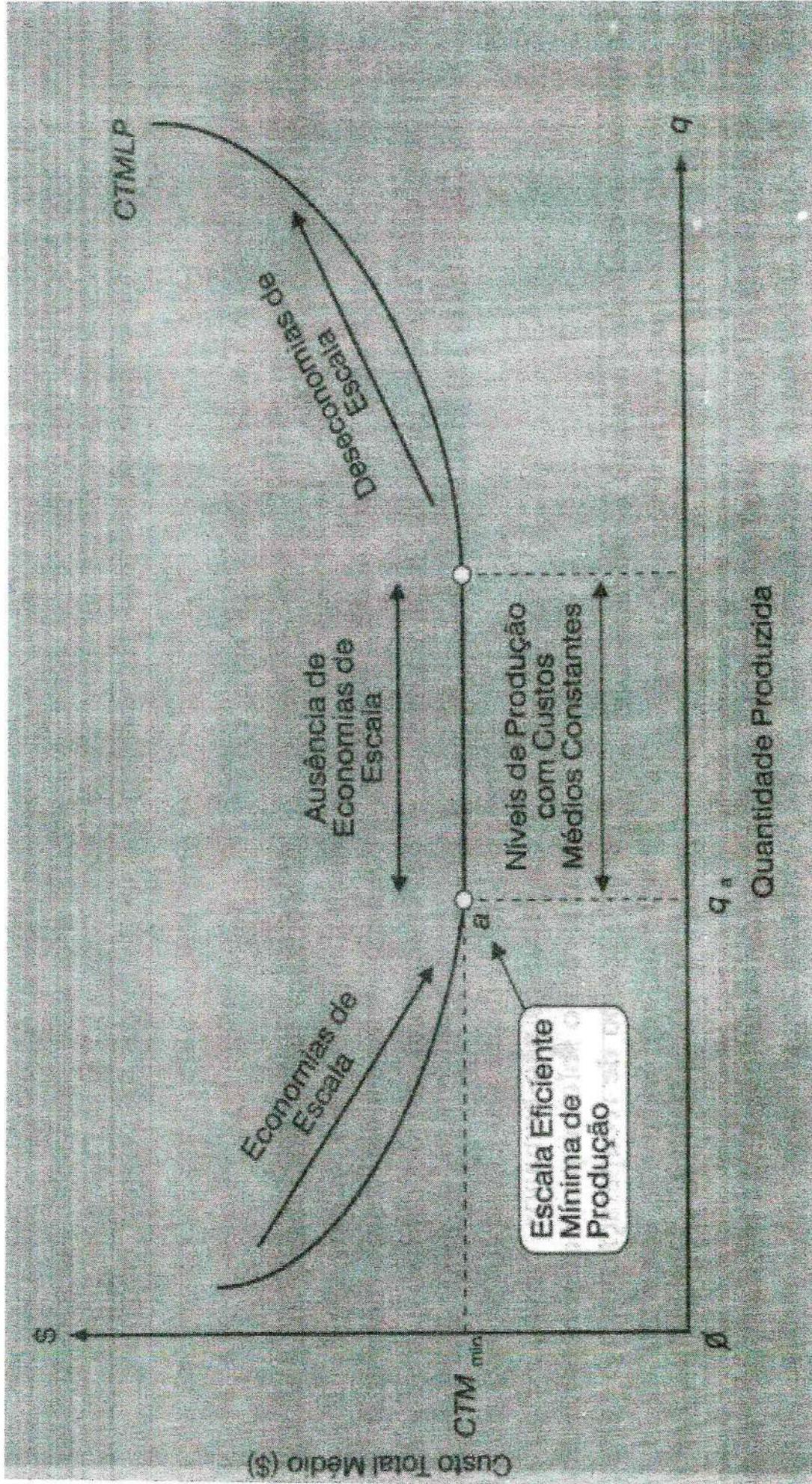
Portanto, teoricamente, há economias de escala quando os custos médios de longo prazo diminuem ao aumentar a produção, e as empresas maiores serão mais eficientes do que as menores. As deseconomias de escala ocorrem na faixa em que o custo médio de longo prazo aumenta com acréscimos na produção (Figura 3).

A identificação do nível de escala que a empresa está operando corresponde à soma dos coeficientes de elasticidade da produção dos insumos e fatores utilizados num determinado nível de produção que varia de zero até o ponto do custo médio mínimo. Nesse intervalo a soma dos coeficientes apresenta-se superior a um, atingindo a unidade no ponto de custo médio mínimo. A partir do custo médio mínimo a soma dos coeficientes apresenta-se menor do que 1 (um). Em resumo, assumindo a_i como os coeficientes de elasticidade dos fatores de produção, em que $i = 1, 2, \dots, n$ podem ocorrer três situações:

- 1) Se $0 < \sum a_i < 1$ indica retorno decrescente de escala; (4)
- 2) Se $\sum a_i = 1$ significa retorno constante à escala; (5)
- 3) Se $\sum a_i > 1$ indica retorno crescente à escala. (6)

É importante esclarecer que na função de produção transcendental as elasticidades das variáveis relativas a parte *Cobb-Douglas* são os próprios coeficientes e as da parte exponencial são estimadas pelo produto do coeficiente com a media do fator ou recurso utilizado. No caso da variável *dummy*, seu coeficiente de semi-elasticidade é estimado conforme a metodologia apresentada por Santana (2003, p.185)

Figura 3: Custo Médio de Produção



3.2.5 Eficiência Econômica

Teoricamente, o nível de eficiência econômica de um recurso ou fator de produção ocorre quando o valor do produto marginal (VPMg) do fator i é igual ao seu preço (P_i), significando o ponto de utilização ótima do fator na consecução de aumentos do valor bruto da produção (VPB) das expressões (1) e (2). Portanto, os níveis de eficiência dos recursos AA, IN, TC, MO, ME e VBP_{t-1} ocorrem quando o valor do produto marginal do i -ésimo recurso for igual ao seu preço (custo), ou seja:

$$VPMg_i = P_i \quad (7)$$

A relação entre o valor do produto marginal de cada recurso (VPMg $_i$) e o seu respectivo preço (P_i) resulta da otimização da função de produção. O ponto ótimo, que representa o nível de eficiência econômica de cada fator, é obtido através da derivada parcial de primeira ordem da função-objetivo em relação a cada fator, e sua equivalência a zero.

Trata-se, portanto, de otimizar $VBP = f(AA, IN, TC, VBP_{t-1}, MO, ME)$, tal que:

$$\partial(VBP) / \partial f_i = 0 \quad \text{onde } i = AA, IN, TC, VBP_{t-1}, MO, ME .$$

ou seja:

$$\partial(VBP) / \partial(AA) = a_1 \cdot (VBP_t / AA_t) \quad (8)$$

Na equação (8), a_1 representa o coeficiente ou parâmetro da variável AA. Numa função logarítmica o coeficiente a_1 constitui a própria elasticidade da variável. Procedendo da mesma forma com as derivadas do VBP em relação aos demais recursos ou fatores, obtém-se:

$$\partial(VBP) / \partial(IN) = a_2 \cdot (IN)^{-1} (VBP) \quad (9)$$

$$\partial(\text{VBP}) / \partial(\text{TC}) = a_3 \cdot (\text{TC})^{-1} (\text{VBP}) \quad (10)$$

$$\partial(\text{VBP}) / \partial(\text{VBP}_{t-1}) = a_4 \cdot (\text{VBP}_{t-1})^{-1} (\text{VBP}) \quad (11)$$

As estimativas das elasticidades das variáveis da parte transcendental da função, são obtidas também com a derivada parcial do VBP em relação a cada fator exponencial, ou seja:

$$\text{VBP} = e^{a_5 \cdot \text{MO}}$$

$$\partial(\text{VBP}) / \partial(\text{MO}) = a_5 \cdot (\text{MO}) \quad (11)$$

$$\text{VBP} = e^{a_6 \cdot \text{ME}}$$

$$\partial(\text{VBP}) / \partial(\text{ME}) = a_6 \cdot (\text{ME}) \quad (12)$$

significando, de uma maneira geral, que o valor do produto marginal do *i*-ésimo fator ($\partial\text{VBP} / \partial f_i$) corresponde, no ponto de máximo VBP, ao custo unitário (ou preço) desse fator (P_i), conforme a equação (7). Os preços (ou custo unitário) dos recursos ou fatores foram levantados pela pesquisa de campo e encontram-se especificados no item 4.4-Análise de Eficiência, no Capítulo IV.

3.3 BASE DE DADOS

Os dados utilizados na análise do modelo são oriundos de duas fontes: a primeira, através de pesquisa de campo, com informações sobre valor bruto da produção (VBP), quantidade produzida (QT), área cultivada (AA), preço dos produtos (P), valor dos insumos (IN), valor das máquinas e equipamentos (ME), quantidade da mão-de-obra (MO) utilizada na produção, e sobre a tecnologia (TC) de cultivo, além de informações sobre a comercialização dos produtos para venda e subsistência, levantados em nível de unidade produtiva e na localidade de Quatro Bocas, onde se localiza a CAMTA, maior compradora dos produtos

comercializados na região e a unidade de beneficiamento industrial de polpa de frutas; e, a segunda, relativamente às informações do sistema institucional resulta de levantamentos junto a EMBRAPA, UFRA, Empresa de Assistência Técnica e extensão Rural do Pará (EMATER-PA), Instituto do homem e meio ambiente da Amazônia (IMAZON), BASA, ex-Superintendencia de Desenvolvimento da Amazônia (ex-SUDAM, atual ADA), Programa de Pobreza e Meio Ambiente (Poema) da Universidade Federal do Pará (UFPA), Universidade da Amazônia (UNAMA) e outros órgãos.

A base de dados quantitativos (Apêndice 1) foi levantada através de pesquisa de campo no município de Tomé-Açu, com a utilização de formulário ajustado (Apêndice 2) aplicado sobre uma amostra de 36 unidades rurais conduzida intencionalmente, sendo 18 unidades produtivas do tipo SAF e 18 do tipo tradicional (ST), esta última caracterizada pela exploração de cultivos solteiros. A maioria das unidades produtivas pesquisadas possui estruturas de produção de pequena e média propriedade, sendo o tamanho definido segundo a área e o valor bruto da produção anual.

As informações coletadas em nível de campo abrangeram os períodos agrícolas de 2001, 2002 e 2003 num total de 108 observações (= 36 unidades x 3 anos), incluindo SAF e ST.

As unidades produtivas foram selecionadas em conjunto com técnicos da CAMTA e em vários casos possuíam mais de um sistema (seja SAF ou Tradicional), fato que possibilitou também levantar informações para realizar a análise também em nível de sistemas, estes com 150 observações (= 50 sistemas x 3 anos). Os custos de cada sistema foram rateados conforme a utilização dos insumos e fatores.

A característica dinâmica do modelo utilizado implicou a perda de 36 observações auto-regressivas do ano 2001 na análise de unidades produtivas, sendo 18 de SAF e 18 de ST, observações essas que foram incorporadas através

da auto-regressiva VBP_{t-1} no ano de 2002¹⁰. O mesmo procedimento ocorreu com a amostra em nível de sistema que, inicialmente com 150 repetições (75 SAF e 75 ST), sofreu a eliminação de 50 observações de 2001 em cada sistema em função de sua auto-regressiva, ficando ao final com 100 repetições.

Em função dessa transformação dinâmica da base de dados, o número de observações tanto em nível de unidade produtiva quanto de sistema foi reduzido em 1/3 das observações. Os dados referentes aos sistemas tradicionais de produção foram levantados tanto de propriedades que possuem SAF quanto de propriedades que não manejam sistemas agroflorestais.

O modelo de análise aplicado combina dados de série de tempo (anos 2001, 2002 e 2003) com informações dos sistemas agroflorestais e tradicionais (*cross section*) levantados em cada um desses períodos. As variáveis especificadas com valor monetário (VBP, IN e ME) foram atualizadas a preços de dezembro de 2003 pelo Índice Geral de Preços, disponibilidade Interna (IGP-DI) da Fundação Getúlio Vargas (FGV). As variáveis quantificadas fisicamente (QT, AA, MO) permaneceram com suas respectivas unidades originais, com exceção da tecnologia (TC) que foi medida através de um índice construído a partir do referencial da produtividade média¹¹ de cada sistema de produção tradicional praticado na região (cultivo solteiro).

¹⁰ Utiliza-se neste trabalho a notação VBP_{t-1} ou VBP_t .

¹¹ O índice de produtividade foi construído supondo a produtividade média de qualquer cultivo solteiro igual a um (1). A partir daí, a maior ou menor densidade de plantas de cada cultivar por hectare em SAF, - dependendo do espaçamento, de sua idade e do seu estágio vegetativo (plantio, tratos cultural ou colheita) - determina uma produtividade quase sempre menor do que um (1), por hectare, porque no SAF, a densidade de plantas de **cada cultivar** é menor do que nos ST, embora a densidade de **todos os cultivares** nos SAF seja maior do que nos ST..

CAPITULO IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de campo permitiram realizar três níveis de análise: no 1º nível efetua-se a análise de rentabilidade econômica; no 2º utiliza-se a análise de fator com o aplicativo *SPSS*, versão baixada da Internet; e, no 3º são utilizados modelos dinâmicos de análise de regressão múltipla através do *software Eviews*, versão 3.0.

Na primeira análise são cotejados os dados de campo relativos à média da renda bruta e dos custos de produção das unidades produtivas, a fim de determinar a renda líquida média anual do período 2001-2003 em cada uma delas; esse dado foi, em seguida, relacionado aos investimentos realizados nessas unidades até 2003, para determinar e analisar sua rentabilidade econômica.

Na segunda análise são identificados os principais fatores representativos das variáveis-resposta objeto da pesquisa nos sistemas agroflorestais (SAF) e nos sistemas de produção tradicionais (ST), procedendo-se também a análise de regressão para identificar os fatores que determinam o valor bruto da produção (VBP) e o risco $|\epsilon|$, contemplando os sistemas e as unidades produtivas.

Por último, na terceira análise verificam-se as variáveis (insumos e fatores de produção) que influenciam a função de produção e os determinantes do risco log IRI nos sistemas agroflorestais e nos tradicionais, em análises conjuntas, envolvendo também os sistemas e as unidades produtivas. Com os resultados da regressão estimada da função de produção dinâmica são examinados, ainda, o retorno à escala e a eficiência econômica dos referidos sistemas.

4.1 ANÁLISE DE RENTABILIDADE

4.1.1 Renda Bruta

O comportamento da renda bruta anual dos SAF e dos sistemas tradicionais de produção pode ser observado nas Tabelas 3 e 4 com base nas pesquisas de campo realizadas junto a 18 unidades produtivas de Tomé-Açu.

Tabela 3 – Renda Bruta e Área Cultivada dos SAF – 2001 a 2003.

Tomé-Açu, Pará - R\$ 1,00.

Unidade Produtiva	Principais Cultivos e Intercultivos	Área Média (ha)	Renda Bruta Média (R\$)	
			Anual	(ha/ano)
SAF 1	Cacau, Cupuaçu, Pimenta, Paricá, Seringa	15,5	125.780	7.992
SAF 2	Cacau, Cupuaçu, Pimenta, Teca, Dendê	22,5	145.997	6.477
SAF 3	Pimenta, Cacau, Mogno, Coco, Seringa	20,5	215.549	10.545
SAF 4	Cacau, seringa, Cupuaçu, Mogno, Açaí	32,9	240.310	7.208
SAF 5	Pimenta, Cupuaçu, Acerola, Açaí	1,5	9.087	6.293
SAF 6	Pimenta, Cacau, Castanha, Cupuaçu, Seringa	76,5	428.016	5.594
SAF 7	Cacau, Cupuaçu, Pimenta, Maracujá, Teca	39,8	200.706	5.018
SAF 8	Cacau, Cupuaçu, Pimenta, Seringa, Teca	19,2	182.794	9.537
SAF 9	Cacau, Cupuaçu, Pimenta, Dendê, Teca	12,4	79.334	6.411
SAF 10	Cacau, Cupuaçu, Pimenta, Mogno, Seringa	26,3	188.030	7.146
SAF 11	Cacau, Cupuaçu, Limão, Mogno, Taperebá	3,7	18.796	5.053
SAF 12	Cacau, Cupuaçu, Açaí, Pimenta, Seringa	29,3	143.741	4.904
SAF 13	Cacau, Cupuaçu, Pimenta, Açaí, Maracujá	15,9	121.973	7.692
SAF 14	Cacau, Cupuaçu, Pimenta, Açaí, Maracujá	3,9	33.979	8.692
SAF 15	Cupuaçu, Limão, Pimenta, Açaí	7,2	47.731	6.666
SAF 16	Pimenta, Açaí, Cacau, Mogno, Nim	5,0	49.030	9.827
SAF 17	Cacau, Cupuaçu, Pimenta, Maracujá, Teca	11,2	58.980	5.241
SAF 18	Cacau, Cupuaçu, Pimenta, Acerola, Açaí	7,1	50.756	7.149
Média	-	19,5	130.033	7.080
D.P.	-	18,0	105.955	1.940
C.V. %	-	92,3	81,8	28,3

Fonte: Pesquisa de Campo, 2004.

Nota: D.P. = Desvio Padrão da amostra;

C.V. = Coeficiente de Variação da amostra ($C.V \% = (D.P/Média) \times 100$)

Os resultados da Tabela 3 mostram que as propriedades que atuam com SAF apresentam uma área média cultivada de 19,5 hectares tendo como

principais intercultivos o cacau, o cupuaçu e a pimenta-do-reino. Tais unidades apresentam, em média, uma renda bruta anual de R\$ 130.033,00 e uma renda bruta por hectare de R\$ 7.080,00.

A amostra das 18 unidades produtivas de SAF pesquisadas apresenta um coeficiente de variação de 92,3% para a área cultivada e de 81,8% para a renda bruta anual, evidenciando a grande heterogeneidade dos tamanhos dos cultivos e da renda obtida anualmente, no período 2001 a 2003. Com efeito, observa-se que a área média cultivada dos SAF varia de 1,5 ha a 76,5 ha, mostrando a necessidade de uma orientação técnico-econômica da pesquisa sobre os padrões de tamanho de cultivo recomendáveis para esse sistema.

A amostra analisada mostra que 39% (7) das unidades produtivas analisadas estão acima do tamanho médio de 19,5 ha, enquanto 61% (11) encontram-se abaixo da mesma.

Quanto a renda bruta anual por hectare, o coeficiente de variação de 28,3% indica a existência de menor dispersão desse item em relação ao valor médio (R\$ 7.080,00), devido sua ponderação pela área cultivada. Os números indicam que metade das UP encontram-se acima da média, e metade abaixo da mesma.

Relativamente à renda bruta anual, os números evidenciam que 45% das UPSAF apresentam renda acima da média (R\$ 130.033,00) enquanto 55% abaixo ou próximo dela. Quanto a renda bruta por hectare observa-se que 50% das unidades estão acima da média e a outra metade apresenta renda/ha abaixo da média, com um coeficiente de dispersão bem menor (28,3%).

Para uma análise comparativa da performance entre diferentes sistemas, foram levantados dados junto às unidades produtivas que trabalham com sistema de produção tradicional. Os resultados são apresentados na Tabela 4, a seguir.

Tabela 4 – Renda Bruta e Área Cultivada dos Sistemas Tradicionais de Produção (ST) – 2001 a 2003 - Tomé-Açu, Pará - R\$ 1,00

Unidade Produtiva	Área Média (ha)	Renda Bruta Média (R\$)	
		Anual	(ha/ano)
ST 1-Pimenta	4,1	54.898	13.444
ST 2 - Cacau	10,0	73.096	7.310
ST 3 - Seringa	19,2	21.723	1.131
ST 4 - Cacau	7,0	28.435	4.062
ST 5 - Dendê	40,6	58.751	1.448
ST 6 - Cacau	14,5	77.144	5.320
ST 7 - Cupuaçu	7,8	15.220	1.943
ST 8 - Dendê	13,0	23.150	1.781
ST 9 - Pimenta	2,5	30.950	12.547
ST 10 - Cacau	10,2	49.425	4.869
ST 11 - Maracujá	6,9	19.261	2.792
ST 12 - Açaí	17,0	31.834	1.873
ST 13 - Mogno	70,5	78.038	1.107
ST 14 -Teca	12,7	33.025	2.600
ST 15 - Castanha	34,0	31.516	927
ST 16 - Limão	3,6	35.285	9.801
ST 17- Acerola	20,7	67.881	3.280
ST 18 - Paricá	32,6	34.642	1.063
Média	18,2	42.460	4.294
D.P.	17,0	20.820	3.960
C.V. %	93,8	49,0	92,2

Fonte: Pesquisa de Campo, 2004.

Os números da Tabela 4 indicam que as unidades que praticam sistemas de produção convencional na mesma região possuem uma área média de cultivo de 18,2 hectares, 6% menor que a dos sistemas agroflorestais (19,5 ha) e uma renda bruta anual média (R\$ 42.460,00) 67% inferior a daqueles sistemas. Nota-se, ainda, que a renda bruta/ha dos ST, da ordem de R\$ 4.294,00, é 39% menor do que a dos SAF.

Os resultados acima são coerentes com os obtidos por Yamada (1996) e mostram dois pontos interessantes: 1) a renda bruta por ha dos SAF apresenta-se significativamente maior do que a dos sistemas de tradicionais, além de mostrar um coeficiente de variação (28,3%) bem menor do que o dos ST (92,2%); 2) a

renda bruta anual dos sistemas agroflorestais varia em função das espécies cultivadas e da densidade (nº de pés/ha) de cada sistema, mostrando um coeficiente de dispersão (81,8%) superior ao dos ST (49,0%).

Os resultados da análise das UPST evidenciam, também, que: a) em termos de área plantada, 38% das unidades estão acima da média de 18,2 ha; b) quanto a renda bruta anual, 39% das unidades apresentam-se acima da média de R\$ 42.460,00/ano; e c) 1/3 das propriedades possuem renda bruta/ha maior do que a média de R\$ 4.294,00/ha.

4.1.2 Custo Total

Os custos totais fixos e variáveis dos SAF e ST pode ser visualizados nas Tabelas 5 e 6, respectivamente. Os principais itens de custo de produção dos diferentes sistemas praticados pelos produtores nipo-brasileiros em 2003 foram a depreciação, insumos (adubos e defensivos), mão-de-obra e outros custos.

O custo de depreciação foi levantado em nível de campo e estimado na base de 5% a 20% anual de acordo com o estado de uso e a vida útil das máquinas e equipamentos agrícolas observado em cada propriedade.

O custo dos insumos inclui os fertilizantes e defensivos aplicados nos sistemas de produção e foi estimado de acordo com os preços e quantidades declarados pelo produtor no período 2001 a 2003.

Quanto ao custo da mão-de-obra, existem três categorias que atuam nos sistemas de produção nipo-brasileiros em Tomé-Açu: 1) a mão-de-obra familiar que cuida da gestão da propriedade, percebendo, via de regra, uma remuneração variável de três a cinco salários-mínimos destacados da renda líquida; 2) a mão-de-obra permanente responsável pelo plantio e principalmente pelos tratos culturais, percebendo uma remuneração mensal equivalente ao salário mínimo com alguns encargos sociais correspondentes a até 40% do salário-mínimo (SM);

e, 3) a mão-de-obra contratada para atender temporariamente as necessidades de colheita, com remuneração diária correspondente a 1/30 do SM, percebida semanalmente.

Os “Outros Custos” incluem todos os custos de manutenção e conservação da unidade produtiva tais como recuperação de cercas, limpeza, pintura, reparos de instalações e outros itens, tendo sido estimados na base de 1% a 3% do valor do estoque de investimento de cada propriedade dependendo do estado de suas instalações.

Assim, os custos totais apresentados pelos SAF foram os seguintes:

Tabela 5 – Custo Total Anual dos SAF – média de 2001 a 2003.

Tomé-Açu, Pará - R\$ 1,00.

Unidade Produtiva	Depreciação Anual	Insumos Anual	Mão-de-Obra Anual	Outros Custos/ano	Custo Total/ano
SAF 1	14.770	15.765	48.840	2.786	82.161
SAF 2	3.580	7.632	100.416	2.161	113.789
SAF 3	14.017	19.044	52.752	9.275	95.088
SAF 4	15.225	16.885	56.048	21.466	109.624
SAF 5	677	1.766	4.490	369	7.302
SAF 6	19.239	28.453	185.200	24.136	257.028
SAF 7	11.842	17.825	50.204	13.233	93.104
SAF 8	11.855	17.797	48.188	8.347	86.187
SAF 9	4.748	5.054	21.476	8.066	39.345
SAF 10	4.305	10.701	111.280	6.301	132.586
SAF 11	1.526	2.217	7.644	577	11.963
SAF 12	2.300	13.033	90.378	3.419	109.131
SAF 13	11.295	8.008	21.712	18.583	59.599
SAF 14	4.069	3.838	8.414	2.159	18.480
SAF 15	3.968	4.832	14.322	2.909	26.030
SAF 16	9.660	4.004	9.730	4.000	27.394
SAF 17	3.495	10.057	24.780	3.880	42.213
SAF 18	2.106	4.888	11.984	2.336	21.314
Média	7.704	10.656	48.214	7.445	74.019
D.P.	5.743	7.341	47.516	7.280	60.920
C.V. %	74,5	68,9	98,6	97,8	82,3

Fonte: Pesquisa de Campo, 2004.

Os dados da Tabela 5 evidenciam que metade (9) das unidades produtivas de SAF apresentam custo anual superior à média e outra metade abaixo da mesma, com um coeficiente de dispersão de 82,3%.

Referidos sistemas mostram um custo médio anual da ordem de R\$ 74.019,00, numa estrutura em que a mão-de-obra contratada corresponde a 2/3 dos custo total, mostrando a importância desse item no processo de planejamento e nas decisões tomadas pelo produtor em nível de propriedade.

O peso da mão-de-obra na estrutura de custos demonstra a capacidade relativa dos SAF na geração e manutenção de oportunidades de trabalho no campo, evidenciando a importância socioeconômica desse sistema produtivo. Com efeito, os resultados apresentados permitem inferir que cada UPSAF pesquisada responde pela geração anual de, em média, 17,6 oportunidades de trabalho¹², o que significa que as 18 propriedades analisadas geraram cerca de 316 empregos diretos.

Os custos dos SAF podem ser comparados com os dos sistemas tradicionais de produção, cujos resultados são apresentados na Tabela 6, a seguir.

¹² A geração de ocupações de trabalho corresponde a relação entre o custo médio anual da mão-de-obra por UPSAF (R\$ 48.214,00) e o custo médio anual por trabalhador (R\$ 2.400,00). O custo médio anual por trabalhador foi estimado na base de 300 dias:ano remunerado na base de R\$ 8,00/dia/homem, no período de 2001 a 2003.

Tabela 6 – Custo Total Anual dos Sistemas Tradicionais – 2001 a 2003.
Tomé-Açu, Pará - R\$ 1,00.

Unidade Produtiva	Depreciação Anual	Insumos Anual	Mão-de-Obra Anual	Outros Custos/ano	Custo Total/ano
ST1-Pimenta	2.885	3.780	5.265	9.214	21.144
ST2- Cacau	1.876	4.774	7.140	9.706	23.496
ST3- Seringa	2.680	880	6.797	2.064	12.421
ST4- Cacau	2.684	2.052	7.140	3.346	15.222
ST5 - Dendê	1.907	2.365	13.725	3.182	21.179
ST6 - Cacau	3.885	6.960	12.600	6.429	29.874
ST7- Cupuaçu	1.133	760	8.400	681	10.973
ST8 - Dendê	1.700	2.040	4.950	1.067	9.757
ST9 - Pimenta	2.253	1.696	2.828	5.221	11.998
ST10 - Cacau	3.635	4.380	9.800	4.775	22.590
ST11- Maracujá	1.539	1.728	4.536	2.966	10.769
ST12 -Açaí	4.809	5.400	5.040	5.166	20.414
ST13 -Mogno	5.588	7.293	14.321	24.714	51.916
ST14 -Teca	1.512	2.340	7.776	5.064	16.692
ST15-Castanha	4.106	864	11.328	13.574	29.872
ST16 - Limão	2.395	8.140	3.136	3.673	17.343
ST17- Acerola	8.631	536	11.202	10.101	30.469
ST18 - Paricá	3.206	3.600	16.200	12.796	35.801
Média	3.134	3.310	8.455	6.874	21.774
D.P.	1.830	2.385	4.008	5.853	10.770
C.V. %	58,4	72,0	47,4	85,1	49,5

Fonte: Pesquisa de campo, 2004.

Os números da Tabela 6 mostram que 39% das propriedades (7) com sistemas tradicionais têm custo total acima da média e 61% (11) abaixo dela. Conquanto a distribuição dos custos dos ST em torno de sua média seja menos equilibrada que a dos SAF, seu coeficiente de variação (49,5%) mostra-se menos disperso do que o dos sistemas agroflorestais (82,3%), apresentando maior aproximação da média.

O custo médio anual do sistema tradicional (R\$ 21.774,00) apresenta-se proporcionalmente menor que o dos SAF (R\$ 74.019,00), correspondendo a cerca de 1/3 dos custos destes sistemas, predominando, também, na estrutura dos ST, o peso do custo da mão-de-obra contratada.

Os números indicam que, em termos comparativos, os SAF são significativamente mais intensivos em mão-de-obra que os sistemas tradicionais. Enquanto uma unidade produtiva do SAF gera, em média, cerca de 316 ocupações produtivas, os dados mostram que uma unidade do sistema tradicional cria cerca de 64 ocupações anualmente, indicando que os SAF geram 5 vezes mais emprego que os ST. Dentre os sistemas tradicionais os cultivos mais exigentes em mão-de-obra estão o paricá, mogno, cacau e dendê¹³.

É interessante observar, também, que os períodos de maior demanda de mão-de-obra nos diferentes sistemas coincidem com o período de colheita, mas variam de acordo com a natureza (ciclo) dos cultivos e a densidade de cada sistema de produção, conforme mostra a Tabela 7.

Tabela 7 – Períodos de Maior Demanda de Mão-de-Obra – 2001 a 2003
Tomé-Açu, Pará.

Sistemas de Produção	Picos de Demanda de Mão-de-Obra (Meses)
Cupuaçu	Dezembro e Abril
Acerola	Janeiro e Março
Pimenta-do-reino	Setembro e Outubro
Pimenta + Cupuaçu	Setembro, Outubro e Junho
Seringa	Maio e Agosto
Castanha+Andiroba (óleo)	Março, abril e Maio
Maracujá	Setembro e Junho
Cacau+Seringa	Outubro e Maio
Cacau	Maio, Junho e Agosto
Açaí	Outubro e Agosto

Fonte: Pesquisa de campo, 2004

Pode-se observar que nos meses de junho, agosto, setembro e outubro

¹³ Nas unidades produtivas dos sistemas agrícolas tradicionais, a geração de ocupações de trabalho corresponde a relação entre o custo médio anual da mão-de-obra por UPST (R\$ 8.455,00) e o custo médio anual por trabalhador (R\$ 2.400,00). O custo médio anual por trabalhador foi estimado na base de 300 dias:ano remunerado na base de R\$ 8,00/dia/homem, no período de 2001 a 2003.

concentram-se as maiores demandas de mão-de-obra temporária, com destaque para a atividade de colheita da produção de pimenta-do-reino, cupuaçu e cacau, dentre outros cultivos

O período de venda ou entrega da produção para a Cooperativa (CAMTA) ocorre, de um modo geral, em seguida ao processo de colheita, dependendo de algumas operações tais como limpeza, secagem, refino, pesagem, classificação e embalagem, conforme o produto e sua perecibilidade. Os períodos de venda e entrega da produção podem, também, ser negociados entre partes – produtor e Cooperativa – dependendo do comportamento do preço do produto e das condições de armazenamento e de mercado.

Os dados mostram ainda que nos ST os “Outros Custos”, que representam os custos de manutenção e conservação das instalações agrícolas, apresentam maior peso na estrutura de custos do que os insumos, ao contrário do que ocorre nos SAF, onde os fertilizantes e defensivos ocupam o segundo maior peso na estrutura de custos, logo depois da mão-de-obra.

4.1.3 Estoque de Investimentos

A fim de estimar a rentabilidade econômica dos diferentes sistemas de produção, foram levantados dados sobre o estoque de investimentos realizados em nível de propriedade com SAF e ST, incluindo o custo de aquisição da terra, o custo de implantação das culturas e o valor das máquinas e equipamentos agrícolas, conforme mostram as Tabelas 8 e 9.

Tabela 8 – Investimento Total Realizado nos SAF até 2003

Tomé-Açu, Pará - R\$ 1,00

Unidade Produtiva	Terra e Instalações	Estoque de Cultivos	Máquinas e Equipamentos	Investimento Total
SAF 1	49.071	81.786	147.700	278.557
SAF 2	67.620	112.700	35.800	216.120
SAF 3	63.372	105.620	140.170	309.162
SAF 4	118.575	209.250	101.500	429.325
SAF 5	4.387	5.483	27.071	36.941
SAF 6	229.560	382.600	192.389	804.549
SAF 7	121.000	201.667	118.424	441.091
SAF 8	59.880	99.800	118.549	278.229
SAF 9	39.600	74.250	47.478	161.328
SAF 10	84.206	144.729	86.096	315.030
SAF 11	10.416	16.740	30.511	57.667
SAF 12	88.200	161.700	92.018	341.918
SAF 13	53.914	103.071	75.303	232.289
SAF 14	11.727	19.545	40.693	71.966
SAF 15	21.480	35.800	39.676	96.956
SAF 16	15.120	21.600	96.603	133.323
SAF 17	35.400	59.000	34.949	129.349
SAF 18	21.300	35.500	21.058	77.858
Média	60.824	103.936	80.333	245.092
D.P.	54.985	93.087	49.512	187.583
C.V. %	90,4	89,6	61,6	76,5

Fonte: Pesquisa de Campo, 2004.

As unidades com SAF (Tabela 8) indicam que as unidades com SAF apresentam um estoque médio de investimentos de R\$ 245.092,00, com predominância das inversões em culturas (42,5%) seguido das máquinas e equipamentos com 32,8% dos investimentos. Além disso, nota-se que 44,4% das UPSAF apresentam investimentos acima da média e 55,6% abaixo dela, com coeficiente de dispersão de 76,5%.

É interessante notar que os investimentos realizados na compra de terras e instalações agrícolas apresentam-se relativamente menores que os outros, indicando que: a) o preço da terra na região, embora tenha evoluído nos últimos anos, ainda apresenta-se baixo em relação a outras regiões mais desenvolvidas;

b) o custo das instalações também apresenta-se pequeno em relação ao custo da terra dada a utilização de material e mão-de-obra da própria região; e c) o coeficiente de dispersão (90,4%) indica que esses custos apresentam uma ampla variação do preço da terra¹⁴ e das instalações¹⁵, em função da localização da propriedade, da infra-estrutura básica de acesso e escoamento da produção e de outras condições locais.

A fim de realizar uma análise comparativa do comportamento do estoque de investimento dos SAF com os sistemas tradicionais de produção, são apresentados na Tabela 9, a seguir, os investimentos realizados nos ST até o ano 2003.

¹⁴ O preço da terra com cobertura vegetal (pasto, floresta ou capoeira) varia na região entre R\$ 600,00 a R\$ 1.400,00 por hectare. Foi considerado o preço médio de R\$ 1.000,00/ha na estimativa do estoque de investimentos.

¹⁵ O custo das instalações foi estimado de acordo com a avaliação de cada propriedade, o estado de uso, a conservação e a qualidade dos materiais das referidas instalações. Tal custo variou entre 20% a 80% do preço médio da terra.

Tabela 9 – Investimento Total Realizado nos Sistemas Tradicionais até 2003 Tomé-Açu, Pará - R\$ 1,00

Unidade Produtiva	Terra e Instalações	Estoque de Cultivos	Máquinas e Equipamentos	Investimento Total
ST 1- Pimenta	20.417	42.875	28.847	92.139
ST 2 - Cacau	48.000	95.000	18.763	161.763
ST 3 - Seringa	49.920	67.200	89.320	206.440
ST 4 - Cacau	25.200	59.500	26.841	111.541
ST 5 - Dendê	97.408	182.640	38.130	318.178
ST 6 - Cacau	52.200	123.250	38.847	214.297
ST 7 - Cupuaçu	21.933	23.500	22.652	68.085
ST 8 - Dendê	31.200	58.500	16.998	106.698
ST 9 - Pimenta	13.813	27.133	11.265	52.212
ST 10 - Cacau	36.540	86.275	36.348	159.163
ST 11- Maracujá	24.840	58.650	15.386	98.876
ST 12 -Açaí	47.600	76.500	48.088	172.188
ST 13 -Mogno	253.800	458.250	111.760	823.810
ST 14 -Teca	45.720	107.950	15.121	168.791
ST 15-Castanha	122.400	289.000	41.058	452.458
ST 16 - Limão	9.360	16.200	47.890	73.450
ST 17- Acerola	74.496	175.893	86.309	336.698
ST 18 - Paricá	117.360	277.100	32.059	426.519
Média	60.678	123.634	40.316	224.628
D.P.	58.686	115.537	28.247	191.694
C.V. %	96,7	93,5	70,1	85,3

Fonte: Pesquisa de Campo, 2004.

As propriedades com sistemas tradicionais (Tabela 9) apresentam um estoque médio de investimento de R\$ 224.628,00. Esse estoque é 8,3% menor do que a média dos SAF e mostra um maior peso para as inversões em cultivos (55%) e para terra e instalações (27%). Esse resultado indica que o sistema tradicional, apresenta proporcionalmente maior investimento em terra e investe relativamente menos em máquinas e equipamentos do que os sistemas agroflorestais.

Os números evidenciam, ainda, que apenas 22,2% das UPST possuem estoque de investimento acima da média, pois a maioria (78,8%) encontra-se abaixo da média. Isso mostra que, de uma maneira geral, as UPSAF não só

apresentam estoque médio de investimento relativamente maior, como também apresentam mais unidades (44,4%) com investimento superior à media, em comparação com as unidades de produção tradicionais.

4.1.4 Rentabilidade Econômica

A performance da rentabilidade dos sistemas agroflorestais e tradicionais pode ser inferida pela comparação entre os dados das Tabelas 10 e 11 abaixo.

Tabela 10 – Rentabilidade Anual/ hectare dos SAF – Média de 2001 a 2003

Tomé-Açu, Pará - R\$ 1,00

Unidade Produtiva	Renda Bruta ha/ano (A)	Custo Total ha/ano (B)	Renda Líquida ha/ano (A-B)	Invest. Total (C)	Rentabilidade ((A-B)/C)*100
SAF 1	7.992	5.023	2.969	17.030	17,4
SAF 2	6.477	5.048	1.429	9.588	14,9
SAF 3	10.545	4.501	6.043	14.636	41,3
SAF 4	7.208	3.143	4.064	12.310	33,0
SAF 5	6.293	3.995	2.298	20.211	11,4
SAF 6	5.594	3.359	2.235	10.514	21,3
SAF 7	5.018	2.308	2.709	10.936	24,8
SAF 8	9.537	4.318	5.219	13.939	37,4
SAF 9	6.411	3.179	3.232	13.037	24,8
SAF 10	7.146	5.039	2.107	11.972	17,6
SAF 11	5.053	3.216	1.837	15.502	11,8
SAF 12	4.904	3.712	1.192	11.630	10,3
SAF 13	7.692	3.758	3.933	14.649	26,9
SAF 14	8.692	4.727	3.965	18.410	21,5
SAF 15	6.666	3.636	3.031	13.541	22,4
SAF 16	9.827	5.073	4.754	24.689	19,3
SAF 17	5.241	3.577	1.663	10.962	15,2
SAF 18	7.149	3.002	4.147	10.966	37,8
Média	7.080	3.923	3.157	14.140	22,7
D.P.	1.710	836	1.371	3.891	9,4
C.V. %	24,2	21,3	43,4	27,5	41,5

Fonte: Pesquisa de campo, 2004.

Os SAF apresentam uma rentabilidade media anual de 22,7% (Tabela 10) no período 2001 a 2003. Das 18 unidades estudadas sete (38,9%)

apresentam rentabilidade acima da média e 11 estão abaixo da média, mostrando um coeficiente de dispersão de 41,5%.

A rentabilidade econômica apresentada varia de um mínimo de 10,3% (SAF 12) para um máximo de 41,3% (SAF 3). Nesse campo de variação qualquer rentabilidade do SAF é maior do que a taxa de desconto de 8% ao ano, considerada como custo de oportunidade de capital (MENDES, 2003).¹⁶

Tais resultados podem ser analiticamente comparados aos apresentados pelos sistemas tradicionais de produção na Tabela 11, a seguir:

Tabela 11 – Rentabilidade Anual/hectare dos Sistemas Tradicionais de Produção
Média de 2001 a 2003 – Tomé-Açu, Pará - R\$ 1,00

Unidade Produtiva	Renda Bruta ha/ano (A)	Custo Total ha/ano (B)	Renda Líquida ha/ano (A-B)	Invest. Total (C)	Rentabilidade ((A-B)/C)*100
ST 1	13.444	5.178	8.266	22.565	36,6
ST 2	7.310	2.350	4.960	16.176	30,7
ST 3	1.131	647	485	10.752	4,5
ST 4	4.062	2.175	1.888	15.934	11,8
ST 5	1.448	522	926	7.839	11,8
ST 6	5.320	2.060	3.260	14.779	22,1
ST 7	1.943	1.401	542	8.692	6,2
ST 8	1.781	751	1.030	8.208	12,6
ST 9	12.547	4.864	7.684	21.167	36,3
ST 10	4.869	2.226	2.644	15.681	16,9
ST 11	2.792	1.561	1.231	14.330	8,6
ST 12	1.873	1.201	672	10.129	6,6
ST 13	1.107	736	371	11.685	3,2
ST 14	2.600	1.314	1.286	13.291	9,7
ST 15	927	879	48	13.308	0,4
ST 16	9.801	4.818	4.984	20.403	24,4
ST 17	3.280	1.472	1.808	16.271	11,1
ST 18	1.063	1.098	(36)	13.083	-0,3
Média	4.294	1.958	2.336	14.127	14,1
D.P.	3.960	1.487	2.535	4.305	11,5
C.V. %	92,2	75,9	108,5	30,5	81,8

Fonte: Pesquisa de Campo, 2004.

¹⁶ Pesquisa sobre modelos simulados de SAF realizada pela UNAMA) em Tomé-Açu e Acará.

Embora com um investimento em escala quase igual ao dos SAF, o sistema tradicional de produção apresenta menor renda líquida média por hectare (R\$ 2.336,00 contra R\$ 3.157,00) e menor rentabilidade econômica do que os SAF (14,1% contra 22,7%).

A lucratividade por hectare dos ST (Tabela 11) apresentam uma amplitude de variação muito superior a dos SAF, a julgar pelo seu coeficiente de variação de 81,8%. Observa-se em alguns sistemas tradicionais níveis de rentabilidade baixos como é o caso dos sistemas 3, 7, 12 13, 15 e até negativo no caso do ST 18.

A rentabilidade desses sistemas encontra-se abaixo do custo de oportunidade de capital (8% ao ano) em função dos seguintes aspectos: o ST 3 corresponde a um área de seringal quase no final de seu ciclo produtivo (22 anos de idade); os ST 7 e 12 são cultivos de cupuaçu e açaí, respectivamente, em fase inicial do ciclo de produção, correspondente aos 2^o, 3^o e 4^o anos de plantio; e, os sistemas 13, 15 e 18 representam cultivos de mogno, castanha e paricá, também em fase inicial do ciclo produtivo, com baixa receita econômica de corte.

Os resultados da rentabilidade comparativa entre SAF e ST mostram uma maior rentabilidade relativa em todos os sistemas agroflorestais, notadamente os que são constituídos por cacau, cupuaçu, pimenta e madeira como um dos seus componentes. Com efeito, dentre os modelos de SAF antes apresentados, os tipo 3, 4, 8 e 18 são constituídos por pelo menos dois desses cultivos e apresentam elevados níveis de lucro para o produtor.

Yamada (1996) defende que dependendo das condições de preço e do manejo, alguns sistemas tradicionais de cultura solteira como o cupuaçu, a pimenta-do-reino e a acerola, bem como de alguns sistemas agroflorestais simples (dupla cultura) como é o caso do cupuaçu+madeira, cacau+madeira e cacau+seringa, apresentam renda líquida relativamente elevada, superando em mais de dez vezes o sistema gado/pasto.

4.1.5 Relação entre Produtividade e Biomassa

Yamada (*op cit*) e Brienza Júnior *et al* (1983) acreditam que o melhor desempenho comparativo dos SAF em termos de produtividade total e rentabilidade está, de alguma forma, associado ao rendimento de biomassa desses cultivos ao longo do tempo. Os autores estabelecem uma estreita correlação entre o desempenho econômico dos SAF e a produção de biomassa, considerando esta como componente básico da fertilidade e da produtividade sustentável do solo.

A quantidade de biomassa produzida depende da soma dos pesos ou volumes de folhas, galhos e caules ou troncos, ou seja, a quantidade total de matéria verde ou seca produzida numa determinada área, medida em toneladas por hectare. A quantidade de biomassa pode ser correlacionada com a produtividade dos cultivos em virtude do efeito matéria orgânica, melhorando a fertilidade do solo, sua textura física e, por conseqüência, sua produtividade (LUNDGREN, 1982; KATO *et al*, 1998; GAMA, 2000).

A relação entre a quantidade de biomassa e a produtividade agrícola pode ser observada com base nos dados de campo dos principais cultivos componentes dos sistemas de produção tradicionais e dos SAF, conforme as Tabelas 12 e 13.

Tabela 12 – Relação entre a biomassa seca e a produtividade agrícola dos sistemas tradicionais, Tomé-Açu, Pará – 2001 a 2003.

Culturas	Biomassa Seca em ton/ha			Produtividade média (Produto ¹⁷ em ton/ha)
	mínima	máxima	média	
Acerola	17,7	43,2	30,4	8,0
Cacau	9,8	26,3	18,5	2,0
Cupuaçu	12,5	25,8	19,1	3,8
Pimenta	nd	nd	7,9	3,2
Seringueira	42,4	46,5	44,5	6,0
<i>Brachiaria Brizantha</i>	1,7	4,2	3,0	3,0
Média	-	-	20,6	4,3
Desvio Padrão	-	-	15,1	2,5
Coefic. de Variação %	-	-	73,6	57,8

Fontes: Yamada (1999); Pesquisa de campo (2004).

Nota: nd = dado não disponível.

As informações acima mostram uma relação entre os dados da coluna quatro (peso médio da biomassa seca em tonelada) e da coluna cinco (produtividade média anual do sistema tradicional de produção, também em tonelada).

Para efeito de análise, a produtividade desses sistemas pode ser comparada com a produtividade dos SAF ou dos sistemas em consórcio apresentados na Tabela 13, a seguir:

¹⁷ Medid em ton de fruto ou m³ de madeira por hectare

Tabela 13 – Relação entre a biomassa seca e a produtividade agrícola dos SAF e Consórcios, Tomé-Açu, Pará – 2001 a 2003.

Culturas	Biomassa Seca em ton/ha			Produtividade Média em ton/ha.
	mínima	máxima	média	
Cacau+ madeira	107,0	146,1	126,5	10,8
Cupuaçu + madeira	66,0	69,0	67,5	12,2
Pimenta + Cacau + madeira	75,2	85,2	80,2	16,4
Pimenta + Cupuaçu	7,9	10,4	9,2	8,2
Mogno + Paricá	55,3	95,8	75,6	14,0
Média	-	-	71,8	12,3
Desvio Padrão	-	-	41,9	3,1
Coefic. de Variação %	-	-	58,3	25,3

Fontes: Yamada (1999); Pesquisa de campo (2004).

Os resultados indicam que os sistemas agroflorestais (Tabela 13) apresentam uma quantidade média de biomassa seca (71,8 ton) mais de três vezes superior a dos sistemas tradicionais (20,6 ton), conforme Tabela 12, mostrando a maior capacidade de cobertura e proteção do solo pelos SAF.

Além disso, a produtividade média dos SAF apresenta-se quase três vezes maior do que a dos sistemas tradicionais de produção estudados (12,3 ton dos SAF contra 4,3 ton dos ST), evidenciando uma estreita correlação entre a quantidade média de biomassa seca e a produtividade média desses sistemas, com valor significativamente maior para os SAF. Isso pode indicar, no caso dos SAF e de alguns consórcios, uma maior ação da biomassa sobre o solo, com efeitos potenciais sobre a fertilidade da terra, através da interação solo-planta, que possibilita, ao longo do tempo, a manutenção, ou pelo menos, uma menor redução da produtividade do solo do que nos sistemas tradicionais.

A eficiência comparativa dos SAF em relação à reciclagem dos nutrientes representa um consenso nas pesquisas realizadas por Sakaguchi (1994) citado

por Yamada (1999; p.428), Sanches (1985; p.4) e Nair (1993; p.10), estes dois últimos citados por Sanguino (2004; p.125).

4.1.6 SAF: Biomassa e “Seqüestro” de Carbono

Um dos grandes problemas ambientais objeto da preocupação da comunidade internacional e da Agenda 21 é o controle da concentração de poluentes no ar, especialmente em áreas urbanas, a fim de evitar as repercussões dramáticas sobre a saúde da população, tais como doenças do trato respiratório, a exemplo da asma e insuficiência respiratória (RELATÓRIO BRUNDTLAND, 1991).

A concentração de poluentes no ar em determinado território resulta da emissão proveniente de fontes móveis e estacionárias (automóveis, veículos a diesel e indústrias), conjugada a fatores como clima, geografia, uso do solo (queimadas) e outros. São considerados poluentes as partículas totais em suspensão (PTS), dióxido de enxofre (SO₂), dióxido de nitrogênio (NO₂), ozônio (O₃), estes medidos em micrograma por metro cúbico, além do monóxido (CO) e do dióxido de carbono (CO₂), gases tóxicos medidos em partes por milhão – ppm (IBGE, 2002).

O controle da poluição do ar tenta manter ou reduzir os níveis dos poluentes mais relevantes dentre os quais o monóxido e o dióxido de carbono (CO e CO₂), que resultam da queima incompleta de combustíveis em automotores e indústrias concentrados em grandes centros urbanos. Nessas áreas, o monitoramento visa a fornecer informações sistemáticas para a análise do estado da qualidade do ambiente, subsidiando ações de fiscalização, controle e gestão da qualidade do ar, tais como melhoria dos transportes públicos e introdução de tecnologias “limpas” ou não poluentes.

Dentre as tecnologias “limpas” de controle da poluição ambiental, foi recomendada pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento

(CMMAD, 1991), o estabelecimento de prioridade internacional ao incentivo à expansão de sistemas agroflorestais (SAF), pelo comprovado papel desses sistemas no seqüestro do átomo de carbono (C) contido no monóxido (CO) ou no dióxido de carbono (CO₂) do ar atmosférico, e na liberação do oxigênio (O). Ao mesmo tempo, a absorção do gás carbônico pelos sistemas florestais contribui para o crescimento das plantas através da síntese e formação de biomassa. Esse processo, além de despoluir a atmosfera, contribui para a redução do efeito estufa controlando a temperatura ambiente.

Os padrões de qualidade do ar são valores de referência definidos pela legislação pertinente, que levam em consideração as emissões, concentrações máximas permitidas, e condições e limites de saturação, os quais, quando superados ou violados, sinalizam o estado ambiental crítico.

Na Amazônia, o IBAMA (2000) revela que a maior parte de emissões de gás carbônico provém de queimadas realizadas na própria Região. Dos 146.708 focos de queimadas detectados em 2001 cerca de 99.577 (67,9%) ocorreram nos Estados da Região, com predominância em Mato Grosso (22,5%) e no Pará (19,5%). As perdas de biomassa causadas pelas queimadas atingem US\$ 121 milhões/ano, mas se considerada a emissão de carbono, os prejuízos chegam a US\$ 5 bilhões/ano (COUTINHO, 2005).

As vegetações em crescimento acelerado, como plantações agrícolas ou florestais, e as florestas jovens (capoeiras) liberam mais oxigênio por unidade de área que as florestas maduras, como a Amazônia, porque nas primeiras, a fotossíntese, que libera O₂ e consome CO₂ é maior do que a respiração, que consome O₂ e libera CO₂; nas vegetações madura os dois processos equilibram-se. O dito “ a Amazônia é o pulmão do mundo” tem alguma razão apenas quanto à fixação (“seqüestro”) de carbono (C), isto é, quanto à imobilização de C na biomassa da floresta (CARPANEZZI, 2000).

O gás carbono é o principal dos gases do efeito estufa por sua

quantidade a atmosfera, mas outros gases menos abundantes, como metano e clorofluorcarbono (CFC), usado em aerossóis e ar condicionado, são mais potentes. Os problemas da poluição e efeito estufa causado pelo aumento de CO₂ têm levado a indicações sobre o reflorestamento comercial como meio de retirar C da atmosfera, transferindo-o para a biomassa das árvores em crescimento, já que o carbono representa, em média, 50% da biomassa (CIESLA, 1995).

Segundo as indicações da Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD, 1991), são necessários 60 milhões de hectares de plantio de florestas por ano, durante 10 anos, para estabilizar a concentração de CO₂ na atmosfera; essa área pode absorver $2,9 \times 10^9$ ton/ano de C, que corresponde ao incremento líquido anual de CO₂ atmosférico de todas as fontes. Hoje, o plantio em todo o mundo alcança cerca de 2,0 milhões de ha/ano que, se repetido nos próximos 30 anos, possibilitará o seqüestro de 10% do incremento líquido anual de CO₂.

As pesquisas indicam que plantações em regiões tropicais são mais eficazes para o seqüestro, porque crescem mais rápido do que as das temperadas. Nas florestas naturais maduras o crescimento líquido anual em biomassa total tende a ser nulo, razão pela qual não são eficientes em retirar CO₂ da atmosfera. Sua importância maior para o efeito estufa é que elas constituem um enorme estoque imobilizado de carbono e, por isto, sua substituição por outra vegetação de biomassa menor, como pastagem, contribui para piorar o efeito estufa. Na Amazônia, quando se derruba e queima a floresta para a formação de pasto, troca-se 300 ton/ha de biomassa aérea da floresta por 10 ton/ha da pastagem; a diferença constitui emissão líquida de aproximadamente 145 ton/ha de C para a atmosfera (CARPANEZZI, *op. cit.*).

É importante destacar que a retenção de C nos solos florestais é similar ou maior que as quantidades presentes na biomassa aéreas. Assim, nas florestas naturais tropicais úmidas, a biomassa aérea pode reter de 130 a 170 ton/ha de C na vegetação, e de 120 a 140 t/ha no solo, enquanto nas florestas temperadas

(Rússia), a biomassa aérea atinge 83 ton/ha, mas o solo alcança 280 ton/ha. Pesquisas da Embrapa (2000) indicam que o uso agrícola das áreas antes florestadas, causa diminuição do teor de carbono do solo devido ao aumento de sua temperatura; o revolvimento do solo intensifica essa perda, e o plantio direto a reduz.

Os valores de seqüestro ou de remoção de C por hectare e por ano são muito variáveis e de determinação difícil, isto porque dependem de aspectos ligados às árvores, aos poluentes e ao clima, e todos variam de modo intenso com o tempo. A eficácia das florestas em remover poluentes varia inversamente às concentrações dos poluentes; acima de um limite, as florestas passam de filtro de poluentes a vítimas da poluição, apresentando diminuição do crescimento, dificuldades de reprodução e predisposição a pragas e doenças¹⁸.

Seramente preocupada com o controle dos efeitos danosos da poluição atmosférica pelo gás carbônico, a comunidade internacional, em parceria com o governo brasileiro, já investiu quase 500 milhões de dólares, sendo US\$ 250 milhões através do Programa Piloto para Proteção das Florestas Tropicais do Brasil e US\$ 240 milhões financiados pelo BID para projetos de incentivo ao manejo florestal, ao desenvolvimento sustentável, inclusive à certificação de origem implantada em várias frentes madeireiras.

De certa forma, Ciesla (1995) e Carpanezzi (2000) mostram que viabilidade econômica e financeira dos SAF assume magnitude relevante, ao se incorporar na análise os benefícios indiretos resultantes de seu papel no seqüestro do carbono contido nos poluentes atmosféricos.

Dentro dessa linha de ações, a pesquisa também pode ocupar espaço no encetamento de estudos técnico-científicos com o objetivo de identificar os tipos e arranjos de SAF que possibilitem, ao mesmo tempo, a obtenção da eficiência

¹⁸ Exemplos disso, podem ser citados o caso de destruição de 6000 ha da vegetação adjacente da Serra do Mar pelo pólo industrial de Cubatão-SP, bem como a destruição da floresta da região de Cooper Hill no Tennessee – EUA, causada pela siderurgia de cobre.

econômica na produção e a maximização do processo de seqüestro de carbono, dentro dos preceitos do desenvolvimento sustentável. Tais pesquisas devem avaliar quantitativamente, de um lado, os níveis de seqüestro e, de outro, a capacidade de síntese do carbono em biomassa, em função do tipo, do arranjo e da localização do SAF em relação as áreas sob a influência de emissões de monóxido e/ou dióxido de carbono.

4.2 ANALISE DE FATOR

A análise fatorial permitiu identificar o número de fatores representativos das variáveis-resposta que influenciam as decisões do produtor sobre as atividades dos SAF e dos sistemas tradicionais de produção tanto em nível de sistema (SAF e ST) quanto de unidade produtiva (UPSAF e UPST). Em seguida, verificou-se de que forma esses fatores determinam a produção (VBP) e o risco nel nesses dois tipos de análise.

4.2.1. Análise de Fator em nível de Sistema (SAF e ST)

A análise fatorial dos **sistemas** de produção (SAF e ST), independentes das unidades produtivas, apresentou os resultados expressos na Tabela 14.

Tabela 14 – Resultados dos autovalores para a extração de fatores em SAF e ST
Tomé-Açu, Pará – 2001 - 2003.

Componente ou Fator	Autovalores iniciais			Autovalores rotacionados		
	Variância Total	% da Var. Total	% da Var. Acumulada	Variância Total	% da Var. Total	% da Var. Acumulada
1	2,557	31,968	31,968	2,244	28,053	28,053
2	1,773	22,168	54,136	1,636	20,450	48,503
3	1,148	14,345	68,481	1,598	19,978	68,481
4	0,807	10,093	78,574			
5	0,626	7,824	86,397			
6	0,524	6,556	92,954			
7	0,387	4,835	97,788			
8	0,177	2,212	100,000			

Fonte: Elaboração do próprio autor, 2005

A Tabela 14 mostra os autovalores dos oito fatores possíveis. Pelo critério da raiz latente os três primeiros componentes explicam a maior parte da variância total da nuvem de dados, posto que respondem por 68,5% do total da variância explicada pelos fatores componentes do universo das decisões dos SAF e dos ST, em nível de sistema. Esse resultado é satisfatório pelo critério da porcentagem da variância.

Tabela 15 - Matriz Fatorial Rotacionada, Comunalidades e Escores em SAF e ST
Tomé-Açu, Pará – 2001-2003.

Variáveis	Fatores			Comunalidades	
	1	2	3	Inicial	Extração
IN	0,802	0,079	-0,086	1,000	0,657
QT	0,720	-0,321	-0,067	1,000	0,626
ME	0,698	0,223	0,181	1,000	0,570
AA	0,588	0,467	0,562	1,000	0,879
TC	-0,204	-0,808	0,165	1,000	0,722
P	-0,174	0,774	0,317	1,000	0,730
GE	-0,316	-0,030	0,755	1,000	0,670
MO	0,279	0,078	0,735	1,000	0,625
$\sum (\lambda)^2$	2,557	1,773	1,148	-	5,478
% do traço	31,968	22,168	14,345	-	68,481

Fonte: Elaboração do próprio autor, 2005.

Os resultados da Tabela 15 indicam a existência de três fatores (F_1 , F_2 e F_3), já rotacionados, com as respectivas cargas fatoriais. Tais fatores agrupam as variáveis-resposta de maior atratividade no conjunto das decisões sobre a produção dos SAF e dos ST, analisados em nível de sistema. A última coluna mostra a comunalidade, ou seja, o grau em que cada variável é explicada pelos três fatores componentes.

A soma das colunas de cargas fatoriais ao quadrado ($\sum \lambda^2$) apresentada na penúltima linha mostra a importância relativa de cada fator na explicação da variância associada ao conjunto de variáveis, totalizando uma variância explicada de 5,478 pela solução fatorial. Tais valores podem ser comparados com o traço (última linha) que representa a variância total a ser explicada, correspondente a soma dos autovalores do conjunto de variáveis.

O fator 1 apresenta a maior soma ao quadrado de autovalores (2,557) com um percentual de traço de 31,96% e reúne as variáveis diretamente ligados à produção física e aos insumos, todas com valores altos representando elementos que impactam o processo de produção e pode ser denominado fator de **produção física**, uma vez que representa o conjunto de insumos responsáveis diretamente pela expansão física do produto total.

O fator 2 agrega a influencia negativa da tecnologia e positiva do preço do produto sobre a produção, representando a combinação de fatores associados à produtividade e a valoração do produto no mercado, sendo chamado de **competitividade do produto**. O fator 3, com menores cargas de autovalores, compreende a contribuição da gestão e da mão-de-obra sobre a produção dos sistemas agrícolas e passa a ser denominado **capacidade de gestão**.

Os resultados mostram, ainda, que as comunalidades dos elementos que constituem os fatores contribuem com mais de 57,0% da variância comum validando a representatividade dos referidos fatores.

O teste KMO (*Kaiser-Meyer-Olkin*) no valor de igual a 0,581 indica a adequação da amostra de dados à análise proposta.

A matriz de correlação simples entre as variáveis mostra que 21 das 28 correlações (75%) são significantes ao nível de 10%.

A adequação da análise feita pelo teste de *Bartlett*, que avalia a significância geral da matriz de correlação, evidencia que as correlações, em geral, são significantes com aproximação do qui-quadrado = 225,38 ao nível de 1%.

4.2.2 Fatores determinantes do VBP em Sistema (SAF e ST)

Após a identificação dos fatores componentes pela análise fatorial, foi estimada a regressão do VBP como variável dependente dos fatores de **produção física** (F_1), **competitividade do produto** (F_2) e **capacidade de gestão** (F_3), tendo-se obtido os seguintes resultados (Tabela 16):

Tabela 16 - Regressão estimada do VBP em função dos fatores F_1 , F_2 e F_3 nos SAF e ST. Tomé-Açu, Pará – 2001-2003

Variável dependente: VBP				
Método: Mínimos Quadrados Ordinários				
Data: 23/01/06 Hora: 12:10				
Observações: 100				
Corrigido pelo teste White de Heterocedasticidade				
Variável	Coefficiente	Erro Padrão	Estatística-t	Probabilidade
C	47568.88	1573.869	30.22416	0.0000
F_1	19852.10	2055.382	9.658595	0.0000
F_2	21151.19	1636.703	12.92305	0.0000
F_3	-670.0181	1535.050	-0.436480	0.6635
R-quadrado (R^2)	0.778030	Media da var. dependente		47568.88
R^2 ajustado	0.771093	S.D. var. dependente		32895.71
S.E. da regressão	15738.69	Critério de inf. Akaike		22.20481
S.quadr. resíduo	2.38E+10	Critério de Schwarz		22.30902
Log probabilidade	-1106.241	Estatística - F		112.1634
Durbin-Watson (d)	1.740107	Prob. (Estatística - F)		0.000000

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Os valores do teste t (*student*) evidenciam que o intercepto e os coeficientes dos fatores 1 e 2 são estatisticamente significantes ao nível de 1% de probabilidade de erro, atestando a influencia dos fatores **produção física** e **competitividade do produto** sobre o nível de produção dos SAF e ST.

O fator 3 não se apresenta estatisticamente significativa, indicando que a **capacidade de gestão** não influencia significativamente na determinação do valor bruto da produção dos SAF e dos sistemas tradicionais estudados.

O valor do coeficiente de determinação R^2 , da ordem de 0,778, indica que 77,8% das variações no VBP dos SAF e dos sistemas tradicionais de produção

são explicadas pela variações simultâneas nos fatores associados à **produção física** e à **competitividade do produto** desses sistemas.

O valor da estatística $F = 112,163$, significativa à 1% de probabilidade de erro, mostra que a regressão proposta é adequada para estudar os determinantes do VBP nos SAF e nos sistemas tradicionais de produção.

O resultado inicial da regressão estimada indicou a existência de problema de heterocedasticidade - o que não assegurava variância constante do termo de erro para todos os valores da variável explicativa - conforme os indicadores abaixo discriminados, mas os valores foram corrigidos com a aplicação do método White (*White Heteroskedasticity*):

Estatística - F	3.533516	Probabilidade	0.000865
Obs*R-quadrado	26.10937	Probabilidade	0.001960

Do ponto de vista econômico, os sinais dos coeficientes da regressão estão coerentes com a base teórica da produção, com exceção do parâmetro da **capacidade de gestão** (fator 3) que apresentou sinal negativo, mas sem significância estatística.

O valor do intercepto da função indica que mesmo na ausência dos fatores que contribuem para a **produção física** e a **competitividade do produto**, o valor bruto da produção dos SAF e dos sistemas tradicionais apresenta-se positivo. Os coeficientes dos fatores 1 e 2 mostram que a variação de uma unidade nesses fatores resultam numa variação respectiva de 19.852 e 21.151 unidades equivalentes no VBP dos referidos sistemas de produção, no mesmo sentido.

Os resultados econômicos obtidos são coerentes com o postulado da teoria neoclássica da função de produção (DILLON, 1977; FERGUSON, 1999) no sentido de que o nível de produção depende da combinação adequada dos **fatores** ligados à **produção física** (insumos, terra e capital), à **competitividade**

do produto (tecnologia e preço) e à **capacidade de gestão** do produtor (gestão e mão-de-obra contratada).

4.2.3 Fatores determinantes do risco $|\varepsilon|$ em Sistema (SAF e ST)

A análise da função risco $|\varepsilon|$, representada pela regressão estimada da variabilidade do produto em função de mudanças nos fatores F_1 , F_2 e F_3 mostra os seguintes resultados (Tabela 17).

Tabela 17 - Regressão estimada do risco $|\varepsilon|$ em função dos fatores F_1 , F_2 e F_3 nos SAF e ST. Tomé-Açu, Pará. 2001-2003

Variável dependente: Risco $ \varepsilon $				
Método: Mínimos Quadrados Ordinários				
Data: 27/01/06 Hora: 14:10				
Observações: 100				
Valores corrigidos pelo teste White de heterocedasticidade				
Variável	Coefficiente	Erro Padrão	Estatística-t	Probabilidade
C	12039.29	849.1627	14.17784	0.0000
F_1	4314.732	996.9752	4.327823	0.0000
F_2	780.7387	721.8730	1.081546	0.2822
F_3	1949.900	804.1091	2.424920	0.0172
R-quadrado (R^2)	0.247749	Media da var. dependente		12039.30
R^2 ajustado	0.224241	S.D. var. dependente		9641.121
S.E. da regressão	8491.628	Critério de inf. Akaike		20.97073
S.quadr. resíduo	6.92E+09	Critério de Schwarz		21.07493
Log probabilidade	-1044.536	Estatística - F		10.53898
Durbin-Watson (d)	1.809215	Prob. (Estatística - F)		0.000005

Fonte: Elaboração do próprio autor.

O teste t mostra que o intercepto e os fatores **produção física** e **capacidade de gestão** apresentam-se estatisticamente significantes aos níveis de 1% e 5% de probabilidade de erro, indicando que: a) mesmo na ausência dos fatores estudados os sistemas de produção apresentam risco; b) a **produção física** e a **capacidade de gestão** – no caso, da mão-de-obra familiar e contratada - constituem fontes de risco da produção dos SAF e dos ST, na medida em que aumenta a variância da distribuição da produção desses sistemas; e c) o fator **competitividade do produto** não é fonte de risco para os referidos sistemas.

O valor do R^2 , da ordem de 0,2477, indica que 24,8% da variabilidade do produto (risco) dos SAF e dos sistemas tradicionais de produção estudados é explicada pelas variações na **produção física** e na **capacidade de gestão** desses sistemas.

O valor de $F= 10,53$, estatisticamente significativo a 1% de probabilidade de erro, mostra que a regressão proposta adequa-se ao estudo do risco nos SAF e nos sistemas tradicionais de produção.

Os resultados da regressão estimada obtidos inicialmente indicaram a existência de heterocedasticidade, conforme os valores abaixo demonstrados - o que não assegurava variância constante do termo de erro para todos os valores da variável explicativa – mas foram corrigidos pelo método *White*.

Estatística F	1,1990	Probabilidade	0,06154
Obs*R-quadrado	15,9804	Probabilidade	0,06729

Relativamente a interpretação econômica, os sinais dos coeficientes da regressão mostram-se coerentes com a base teórica do risco, indicando que a **produção física** e a **capacidade de gestão** constituem fontes de risco para os SAF e ST. Vale lembrar que a **capacidade de gestão** – como foi mostrado anteriormente na função estimada do VBP – não exerce influência no aumento do valor bruto da produção, evidenciando que o uso desse fator deve ser cuidadosamente planejado e decidido pelos produtores que adotam tais sistemas.

O valor do intercepto da regressão indica que mesmo na ausência dos fatores **produção física**, **competitividade** e **capacidade de gestão**, o nível de risco dos sistemas estudados mostra-se positivo. Os coeficientes dos fatores 1 e 3 mostram que a variação de uma unidade nesses fatores resultam numa variação respectiva de 4.314 e 1.949 unidades equivalentes no risco dos referidos sistemas de produção, no mesmo sentido.

Deve-se repetir aqui as ações da CAMTA voltadas ao controle do risco nos sistemas de produção de seus cooperados. Esse controle pode ser observado pelo rigor com que a cooperativa trata questões relacionadas sobretudo à qualidade da assistência técnica, a tecnologia repassada aos produtores, e a gestão da produção, aspectos esses observados em nível de campo, pelo acompanhamento diário das atividades de plantio, tratos culturais e colheita feita pelo produtor e membros da própria família.

Ainda nessa linha de controle do risco, observou-se também em nível de campo aspectos facilitadores do manejo dos cultivos, do nível tecnológico e da gestão dos plantios, haja vista que a maioria dos produtores pesquisados possuem bom nível de escolaridade e exercem, eles próprios, a gestão da unidade produtiva, morando na propriedade ou próximo dela.

4.2.4 Análise de Fator em Unidade Produtiva (UPSAF e UPST)

A análise fatorial contemplando as **unidades produtivas** de SAF e ST apresentou os seguintes informações (Tabela 18):

Tabela 18 – Resultados dos autovalores para a extração de fatores em UPSAF e UPST. Tomé-Açu, Pará – 2001-2003

Componente ou Fator	Autovalores iniciais			Autovalores rotacionados		
	Variância Total	% da Var. Total	% da Var. Acumulada	Variância Total	% da Var. Total	% da Var. Acumulada
1	3,847	54,957	54,957	3,841	54,876	54,876
2	1,549	22,135	77,092	1,555	22,216	77,092
3	0,701	10,019	87,111			
4	0,431	6,161	93,272			
5	0,248	3,538	96,810			
6	0,191	2,733	99,543			
7	0,032	0,457	100,000			

Fonte: Elaboração do próprio autor, 2005

Os resultados da Tabela 18 indicam a existência de autovalores de sete fatores possíveis. Com base no critério da raiz latente os dois primeiros

componentes explicam a maior parte da variância total da nuvem de dados, respondendo por 77,1% do total da variância explicada pelos fatores componentes das decisões das unidades produtivas de SAF e ST. Esse resultado é satisfatório pelo critério da porcentagem da variância.

A Tabela 19, a seguir, mostra a existência de dois fatores (F_1 e F_2) na análise das unidades produtivas com SAF e ST, evidenciando suas respectivas cargas fatoriais.

Tabela 19 - Matriz Fatorial Rotacionada, Comunalidades e Escores em UPSAF e UPST. Tomé-Açu, Pará – 2001-2003

Variáveis	Fatores		Comunalidades	
	1	2	Inicial	Extração
AA	0,932	-0,161	1,000	0,895
IN	0,897	0,142	1,000	0,825
ME	0,852	-0,118	1,000	0,740
MO	0,847	-0,050	1,000	0,720
QT	0,811	0,345	1,000	0,777
P	-0,179	-0,837	1,000	0,733
TC	-0,184	0,820	1,000	0,707
$\sum (\lambda)^2$	3,847	1,549	-	5,396
% do traço	54,957	22,135	-	77,092

Fonte: Elaboração própria do autor, 2005

Os fatores F_1 e F_2 da Tabela 19 grupam as variáveis-resposta de maior atratividade no conjunto das decisões tomadas ao nível das unidades produtivas de SAF e ST. A última coluna mostra a comunalidade, ou seja, o grau em que cada variável é explicada pelos dois fatores componentes.

Na penúltima linha da Tabela 19 a soma das colunas de cargas fatoriais ao quadrado ($\sum \lambda^2$) mostra a importância relativa de cada fator na explicação da variância associada ao conjunto de variáveis, totalizando uma variância explicada de 5,396 pela solução fatorial. Tais valores podem ser comparados com a porcentagem (%) do traço apresentado na última linha, que representa a variância total a ser explicada, correspondente a soma dos autovalores do conjunto de variáveis.

O fator 1 apresenta a maior soma ao quadrado de autovalores (3,847) com um porcentual de traço de 54,95% e reúne as variáveis que representam os insumos e recursos diretamente ligados à produção tais como insumos, terra, máquinas e equipamentos, mão-de-obra, além da quantidade produzida. Este fator representa a maioria dos elementos que influenciam a produção no seu estágio racional e pode ser denominado fator de **produção racional**.

O fator 2, com menor carga de autovalor, representa o estado da tecnologia (ou produtividade) observada nos sistemas de produção das unidades produtivas, bem como o preço do produto. Tais variáveis refletem a situação da competitividade da produção no mercado e passa a ser denominado **competitividade do produto**.

Os dois fatores escolhidos (F_1 e F_2) respondem por 77,1% do total da variância explicada pelos fatores que compõe o universo das decisões dos sistemas agroflorestais e dos sistemas tradicionais, em nível de unidade produtiva.

O desempenho de cada um dos fatores pode também ser medido pelo coeficiente das suas variáveis componentes representado pelo escore. A soma resultante do produto dos escores pela escala média de cada variável componente do fator mostra o grau de importância de um fator em relação ao outro. No caso em análise, a soma dos escores indica a predominância do fator **produção racional** em relação à **competitividade do produto**.

Os resultados da análise mostram, também, que as comunalidades dos elementos que constituem os fatores contribuem com mais de 70,7% da variância comum validando a representatividade dos referidos fatores. A variável gestão (GE), que representa a mão-de-obra familiar, foi excluída desta análise, dada sua contribuição abaixo dos 50%.

O teste KMO (*Kaiser-Meyer-Olkin*), no valor igual a 0,693 indica a adequação da amostra de dados à análise proposta. Ademais, a matriz de correlação simples entre as variáveis mostra que 15 das 21 correlações (74%) são significantes ao nível de 5%.

A adequação da análise feita pelo teste de *Bartlett*, de esfericidade, avaliou a significância geral da matriz de correlação, mostrando que as correlações, em geral, são significantes com aproximação do qui-quadrado = 400,367, ao nível de 1%.

4.2.5 Fatores determinantes do VBP em propriedade (UPSAF e UPST)

A regressão estimada do VBP como variável dependente dos fatores de **produção racional** (F_1) e **competitividade do produto** (F_2), realizada em nível de unidade produtiva, apresenta os seguintes resultados (Tabela 20):

Tabela 20 – Regressão Estimada do VBP em função dos fatores F_1 e F_2 em UPSAF e UPST. Tomé-Açu, Pará – 2001-2003.

Variável dependente: VBP				
Método: Mínimos Quadrados Ordinários				
Data: 26/01/06 Hora: 16:00				
Observações: 100				
Variável	Coefficiente	Erro Padrão	Estatística-t	Probabilidade
C	95159.72	4557.940	20.87779	0.0000
F_1	85293.13	4589.930	18.58267	0.0000
F_2	12875.14	4589.928	2.805086	0.0065
R-quadrado (R^2)	0.836564	Media da var. dependente		95159.70
R^2 ajustado	0.831827	S.D. var. dependente		94309.75
S.E. da regressão	38675.40	Critério de inf. Akaike		24.00457
S.quadr. resíduo	1.03E+11	Critério de Schwarz		24.09943
Log probabilidade	-861.1645	Estatística - F		176.5920
Durbin-Watson (d)	2.309663	Prob. (Estatística - F)		0.000000

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Os valores do teste t (*student*) da Tabela 20 evidenciam que o intercepto e o coeficiente dos fatores 1 e 2 são estatisticamente significantes ao nível de 1% de probabilidade de erro, atestando que a **produção racional** e a

competitividade do produto influenciam diretamente o valor bruto da produção dos sistemas estudados.

O coeficiente de determinação R^2 , da ordem de 0,8365, indica que 83,6% das variações no VBP dos SAF e dos sistemas tradicionais de produção são explicadas pela variações simultâneas nos fatores **produção racional** e **competitividade do produto**.

O valor de $F = 176,59$, estatisticamente significativo à 1% de probabilidade de erro, mostra que a regressão proposta é adequada para estudar os fatores determinantes do VBP nos SAF e nos sistemas tradicionais de produção.

Os resultados da regressão estimada indicam ausência de heterocedasticidade - o que assegura a variância constante do termo de erro para todos os valores da variável explicativa - conforme os indicadores a seguir discriminados:

Estatística F	1,433273	Probabilidade	0.223985
Obs*R-quadrado	7,052125	Probabilidade	0.216792

Do ponto de vista econômico, os sinais dos coeficientes da regressão estão coerentes com a base teórica da produção.

O valor do intercepto da função indica que mesmo na ausência dos fatores **produção racional** e **competitividade do produto** o valor bruto da produção dos SAF e dos sistemas tradicionais apresenta-se positivo. Os coeficientes dos fatores 1 e 2 mostram que a variação de uma unidade nesses fatores resulta numa variação respectiva de 85.293 e 12.875 unidades equivalentes no VBP dos referidos sistemas, no mesmo sentido. Tais efeitos denotam a maior importância relativa da **produção racional** na formação do VBP dos SAF e dos ST.

Os resultados econômicos obtidos são coerentes com o postulado da teoria neoclássica da função de produção (DILLON,1977; FERGUSON,1999) no sentido de que o nível de produção depende da combinação adequada dos **fatores** associados à **produção racional** (insumos, terra, mão-de-obra e capital) e à **competitividade do produto** (tecnologia e preço).

4.2.6 Fatores determinantes do risco $|\varepsilon|$ em UPSAF e UPST

A análise da função risco $|\varepsilon|$, representada pela regressão estimada da variabilidade do produto em função de mudanças nos fatores F_1 , e F_2 em nível de unidade produtiva mostra os seguintes resultados (Tabela 21):

Tabela 21 - Regressão estimada do risco $|\varepsilon|$ em função dos fatores F_1 e F_2 , em nível de propriedade. Tomé-Açu, Pará – 2001-2003.

Variável dependente: Risco $ \varepsilon $				
Método: Mínimos Quadrados Ordinários				
Data: 26/01/06 Hora: 17:20				
Observações: 100				
Corrigido pelo método White de heterocedasticidade				
Variável	Coefficiente	Erro Padrão	Estatística-t	Probabilidade
C	27629.98	3018.940	9.152212	0.0000
F_1	5328.078	3040.129	1.752583	0.0841
F_2	3656.812	3040.127	1.202848	0.2331
R-quadrado (R^2)	0.061459	Media da var. dependente		27629.98
R^2 ajustado	0.034255	S.D. var. dependente		26066.91
S.E. da regressão	25616.56	Critério de inf. Akaike		23.18064
S.quadr. resíduo	4.53E+10	Critério de Schwarz		23.27550
Log probabilidade	-831.5030	Estatística - F		2.259196
Durbin-Watson (d)	1.910401	Prob. (Estatística - F)		0.112107

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Os resultados do teste t da Tabela 21 indicam que o intercepto e o fator **produção racional** apresentam-se estatisticamente significantes¹⁹ aos níveis de 1% e 10% de probabilidade de erro, respectivamente; isso significa que tais fatores exercem influência sobre a variabilidade do produto, ou seja, constituem fontes de risco da produção dos SAF e dos sistemas tradicionais de produção. A **competitividade do produto** não se apresenta estatisticamente significativa, não representando, portanto, fator de risco desses sistemas.

O valor do R^2 , da ordem de 0,0614, indica que 6,14% da variabilidade do produto (risco) dos SAF e dos sistemas tradicionais de produção estudados é explicada pelas variações nos fatores associados à **produção racional** desses sistemas.

O valor de $F = 8,294$, estatisticamente significativa à 1% de probabilidade de erro, mostra que a regressão proposta pode ser utilizada para estudar o assunto relacionado ao risco nos SAF e nos sistemas tradicionais de produção,

A regressão estimada indicou a inexistência de problema de heterocedasticidade - o que assegura a variância constante do termo de erro para todos os valores da variável explicativa - conforme os indicadores a seguir discriminados:

Estatística F	1,277092	Probabilidade	0.306412
Obs*R-quadrado	6,123940	Probabilidade	0.294343

Relativamente a interpretação econômica, os sinais dos coeficientes da regressão mostram que o fator produção racional, em que pese sua influência positiva sobre o VBP, constitui fonte de risco, mostrando que a combinação dos insumos e recursos da produção deve ser cuidadosamente planejada, pois constitui determinante do risco dos sistemas estudados.

¹⁹ Na análise e interpretação estatística dos resultados do teste T considerou-se a significância até o limite de até 20% de probabilidade de erro, baseado nas características bioclimáticas da agricultura e na discussão de alguns autores sobre o assunto.

O valor do intercepto da regressão indica que mesmo na ausência dos fatores **produção racional** e **competitividade do produto** o nível de risco dos SAF e dos sistemas tradicionais de produção mostra-se positivo. Por seu turno, o coeficiente do fator 1 mostra que um aumento de uma unidade no fator de **produção racional** resulta num acréscimo de 5.328 unidades equivalentes no risco dos referidos sistemas de produção, em nível de propriedade.

Quanto a este ponto, deve-se destacar o papel da CAMTA nas ações voltadas ao controle do risco nos sistemas de produção de seus cooperados. Esse controle pode ser observado pelo rigor com que a cooperativa trata questões relacionadas a informação de mercado agrícola, ao controle da produção e o suprimento de insumos, a formação do preço dos produtos comercializados e a qualidade da assistência técnica e tecnologia repassada aos produtores.

Destaque-se, também, a logística de comunicação (telefonia rural) e de infra-estrutura básica (energia e conservação de estradas) dispensada aos produtores pela ação da COERTA²⁰ e da própria CAMTA, em parceria com os órgãos municipais e estaduais da Região. Tais fatores agilizam o processo de comunicação, beneficiamento primário e transporte da produção reduzindo os riscos de infestação de pragas e doenças e a perdas na comercialização da produção.

Ainda nessa linha de controle do risco, pode-se observar em nível de campo três aspectos facilitadores do manejo da produção e da adoção e manutenção do nível tecnológico dos plantios: a) quase todos os produtores pesquisados (90%) possuem segundo grau completo; b) 35% deles possuem curso superior ou equivalente; e, c) quase todos moram na própria unidade produtiva.

²⁰ Cooperativa de Eletrificação e Telefonia Rural de Tomé-Açu.

4.3 ANÁLISE DO MODELO DINÂMICO DE REGRESSÃO

As análises realizadas com modelos dinâmicos de regressão linear múltipla utilizando o programa *Eviews*, versão 3.0, estimam os coeficientes das variáveis explicativas (insumos e recursos) do valor bruto da produção (VBP) nos SAF e nos sistemas tradicionais de produção agrícola (ST), bem como determinam o nível de risco associado a esses dois sistemas, em estudos efetuados tanto em nível de sistema quanto de unidade produtiva.

Os resultados obtidos em nível de sistema (SAF e ST) e de unidade produtiva (UPSAF e UPST) podem ser vistos nos itens a seguir apresentados.

4.3.1 Determinantes do VBP no Sistema (SAF e ST).

A análise do comportamento do VBP como função de produção dinâmica dos insumos e recursos utilizados pelos produtores, em nível de sistema, mostra os seguintes resultados (Tabela 22).

Tabela 22 – Regressão estimada do VBP como função de produção dinâmica dos insumos e fatores no sistema. Tomé-Açu, Pará - 2001-2003.

Variável dependente: LOG(VBP)				
Método: Mínimos Quadrados Ordinários				
Data: 29/11/05 Hora: 18:03				
Observações: 100				
Corrigido pelo teste White de Heterocedasticidade				
Variável	Coefficiente	Erro Padrão	Estatística-t	Probabilidade
C	2.112975	0.496359	4.256947	0.0000
LOG(AA)	0.139121	0.065462	2.125230	0.0362
LOG(IN)	0.092531	0.046877	1.973901	0.0514
LOG(TC)	0.105191	0.040088	2.624008	0.0102
LOG(VBP1)	0.748542	0.054473	13.74150	0.0000
MO	-3.03E-05	2.58E-05	-1.176848	0.2423
ME	-2.69E-06	1.41E-06	-1.908824	0.0594
DU2	-0.343754	0.072516	-4.740385	0.0000
R-quadrado (R ²)	0.834561	Media da var. dependente		10.50961
R ² ajustado	0.821973	S.D. var. dependente		0.792789
S.E. da regressão	0.334503	Critério de inf. Akaike		0.724276
S. quadrado resíduo	10.29408	Critério de Schwarz		0.932690
Log probabilidade	-28.21380	Estatística - F		66.29952
Durbin-Watson (d)	1.945988	Prob. (Estatística - F)		0.000000

Fonte: Elaboração do próprio autor, 2005.

Os resultados do teste t da Tabela 22 mostram que o intercepto e os coeficientes da área cultivada (AA), da tecnologia (TC), do valor bruto da produção defasada (VBP₁), e da variável *dummy* (DU₂)²¹ apresentam-se estatisticamente significantes aos níveis de 1% e 5% de probabilidade de erro, enquanto o parâmetro dos insumos (IN) mostra-se significativo ao nível de 10% de probabilidade de erro. Isso evidencia a influência dessas variáveis sobre o valor bruto da produção dos SAF e dos sistemas tradicionais de produção, encontrando-se no estágio racional da produção.

O teste t mostra, ainda, que as máquinas e equipamentos (ME) são também significantes ao nível de 10% de erro, mas atuam com a mão-de-obra (MO) no estágio irracional de produção, embora esta última não se apresente estatisticamente significativa, não afetando, portanto, o nível do VBP dos SAF e ST.

O valor do $R^2 = 0,8345$ indica que 83,4% das variações no valor bruto da produção dos SAF são explicadas pelas variações nas variáveis explicativas da função de produção dinâmica dos sistemas estudados.

O valor da estatística $F = 66,2995$ significativa a 1% de probabilidade de erro mostra que o modelo da função de produção dinâmica é adequado para o estudo da determinação do valor bruto da produção dos SAF e ST.

Deve-se mencionar que o resultado inicial da regressão estimada indicou a existência de problema de heterocedasticidade - o que não assegurava variância constante do termo de erro para todos os valores da variável explicativa - conforme os indicadores a seguir discriminados, mas os valores foram corrigidos com a aplicação do método White (*White Heteroskedasticity*):

²¹ Na análise dessa função foi introduzida e testada inicialmente a *dummy* (DU₁) para captar possíveis efeitos diferenciais entre o VBP dos SAF (com valor 1) e dos ST (com valor zero) **num mesmo período de tempo t**, mas o coeficiente dessa variável não se apresentou estatisticamente significativo, indicando que inexistia diferença significativa entre o VBP dos dois sistemas. Por isso, testou-se a *dummy* (DU₂), para captar possíveis diferenças intertemporais do VBP entre os dois sistemas, obtendo-se a significância estatística dos resultados.

Estatística F	2,434825	Probabilidade	0,001027
Obs*R-quadrado	56,01690	Probabilidade	0,010103

A análise econômica indica que os sinais do intercepto e dos parâmetros da regressão condizem com o postulado teórico da função de produção dinâmica, mostrando que: a) pelo intercepto, o valor bruto da produção dos SAF e ST são positivos mesmo na ausência dos outros fatores de produção; b) a área plantada (AA), os fertilizantes (IN), a tecnologia (TC), o valor bruto da produção passada (VBP_{t-1}), e a *dummy* (DU_2) afetam positivamente o valor bruto da produção (VBP) dos sistemas agroflorestais e dos sistemas de produção tradicionais.

O sinal do coeficiente das máquinas e equipamentos (ME) indica que esse recurso opera com produtividade marginal negativa (estádio III), afetando negativamente o VBP dos sistemas analisados. O parâmetro da mão-de-obra contratada (MO) também apresenta sinal negativo, mas essa variável não influencia significativamente o valor bruto da produção dos SAF e dos ST.

Esses resultados indicam que o uso desses dois recursos deve ser melhor combinado com os demais fatores de produção, haja vista que foi observado em nível de campo os seguintes problemas: a) quanto as máquinas e equipamentos, o trator de pneu têm sido utilizado em transporte e outras atividades extra-produção; b) em determinado estágio de seu ciclo vegetativo, os SAF, dada a densidade de plantas por hectare, não comportam o uso da mecanização agrícola, sendo esta substituída pela mão-de-obra manual; c) quanto a mão-de-obra contratada, Sanguino (2004) observa que 90% é permanente e, por isso, em certas épocas do ano apresenta-se ociosa, posto que o produtor prefere arcar com o custo da permanência do trabalhador do que com os altos custos trabalhistas e previdenciários de sua dispensa e posterior recontração.

O resultado da variável *dummy* ($DU_2 = -0,3384$) evidencia que o valor bruto da produção dos SAF em cada período agrícola tende a ser menor do que o do período anterior, em comparação com os sistemas de produção tradicionais.

Vale dizer, os SAF tendem a apresentar anualmente, dentro do período estudado (2001 a 2003), um efeito acumulativo menor na produção (VBP) do que os sistemas de cultivo tradicionais.

Esse resultado provavelmente se deve aos seguintes fatos: a) na medida em que se desenvolve o ciclo biológico da planta em cada período de produção, acentua-se a competição entre os diferentes cultivares dos SAF em relação aos sistemas tradicionais, em função de sua maior densidade de plantas por unidade de área, fato que provoca um menor crescimento da produção desse sistema em cada período, comparativamente aos sistemas tradicionais; b) a produção dos SAF, baseada inicialmente nas culturas temporárias (ou intercultivos) tende a decrescer com a competição até que ocorra a fase de corte da espécies florestais, quando a produção total retoma seus maiores níveis.

O coeficiente de elasticidade do valor bruto da produção em relação a área cultivada (0,1391) mostra que uma expansão de 100% na área cultivada dos SAF e ST provoca um aumento de 13,91% no VBP desses sistemas, tudo o mais permanecendo constante.

Relativamente aos insumos, a elasticidade de produção de 0,0925 mostra que um aumento de 100% na aplicação de fertilizantes e defensivos resulta numa expansão de 9,25% no valor bruto da produção dos SAF e dos ST, *ceteris paribus*.

Por sua vez, a elasticidade do VBP em relação a tecnologia igual a 0,1051 indica que uma expansão de 100% no uso desse fator implica num aumento de 10,51% no VBP dos sistemas analisados, tudo o mais constante.

Quanto a elasticidade de ajustamento do VBP em relação ao valor bruto da produção anterior (VBP_1), o valor de 0,7485 indica que uma variação de 100% no VBP defasado de um período, resulta numa variação de 74,85% do VBP dos sistemas estudados, no mesmo sentido, *ceteris paribus*.

A julgar pelo impacto das elasticidades do VBP em relação a cada um dos fatores e recursos analisados, pode-se observar que, no período de 2001 a 2003²², a elasticidade de ajustamento em relação ao VBP_1 (VBP anterior) desempenha papel relevante nas decisões do produtor rumo ao aumento da produção, seguido da elasticidade da produção relacionada a área cultivada (AA). Esses dois fatores apresentam peso ponderável nas orientações sobre o planejamento e a execução racional da adoção e manejo dos SAF e ST.

Os resultados econômicos obtidos são coerentes com as respostas das pesquisas realizadas por Chavas *et al.* (1985) e Fawcett (1973) no sentido de que o processo de produção agrícola não é estático, mas ocorre num contexto dinâmico – a unidade produtiva - onde a influência do tempo impacta diretamente sobre o nível de produção. Vale dizer, a produção agrícola ocorre no tempo em função da defasagem biológica associada ao processo de crescimento, tendo como suporte as decisões passadas e atuais sobre a área cultivada, o nível de uso dos insumos e mão-de-obra, a colheita do produto e as condições de mercado.

Tais resultados também corroboram com as idéias de Antle (1983) no sentido de que no processo de produção agrícola, além das expectativas de mercado, ocorrem dois tipos de dinâmica: a dinâmica do produto representada pela influência do VBP do período anterior, bem como a dinâmica dos insumos representada implicitamente pelos insumos aplicados no passado para obtenção da produção atual.

4.3.2 Determinantes do Risco (Log IRI) em Sistema (SAF e ST)

A análise do comportamento do risco (Log IRI) em função dos insumos e recursos utilizados pelos produtores, em nível de sistema, mostra os resultados registrados na Tabela 23.

²² O período sob estudo (2001-2003) representa um corte no tempo do comportamento de uma amostra de SAF que se apresenta heterogênea em termos de idade e ciclo vegetativo dos cultivos e intercultivos. Por isso, os resultados devem ser encarados com reserva e restritos ao período analisado.

Tabela 23 – Regressão estimada do risco em função dos insumos e fatores de produção, em sistema. Tomé-Açu, Pará – 2001-2003.

Variável dependente: LOG IRI				
Método: Mínimos Quadrados Ordinários				
Data: 26/01/06 Hora: 20:09				
Observações: 100				
Corrigido pelo Método White de Heterocedasticidade				
Variável	Coefficiente	Erro Padrão	Estatística - t	Probabilid.
LOG(AA)	0.211820	0.177834	1.191107	0.2366
LOG(IN)	-0.230719	0.046667	-4.943905	0.0000
LOG(TC)	0.131154	0.097196	1.349373	0.1805
MO	-5.47E-05	8.00E-05	-0.682789	0.4964
ME	-2.59E-06	4.24E-06	-0.611778	0.5422
DU ₂	-0.452848	0.171360	-2.642674	0.0096
R- quadrado (R ²)	0.127133	Media da var. dependente		-1.659981
R ² ajustado	0.080704	S.D. var. dependente		0.947866
S.E. da regressão	0.908813	Critério de inf. Akaike		2.704771
S. quadrado residuo	77.63852	Critério de Schwarz		2.861081
Log probabilidade	-129.2385	Estatística - F		2.738212
Durbin-Watson (d)	2.038341	Prob. (Estatística – F)		0.023550

Fonte: Elaboração do próprio autor, 2006.

Os resultados do teste *t* da função estimada (Tabela 23) mostram que os coeficientes das variáveis insumos (IN) e *dummy* (DU₂) são estatisticamente significantes ao nível de 1%, enquanto o parâmetro da tecnologia apresenta-se significativo a 20% de probabilidade de erro. Isso indica que tais variáveis são fontes de risco dos SAF e dos ST.

Os insumos e a variável *dummy* constituem fatores de redução do risco dos SAF em relação aos ST, em cada ano do período de tempo analisado (2001 a 2003), mas a tecnologia constitui fonte de aumento da variabilidade do produto dos sistemas analisados.

Por outro lado, os coeficientes da área cultivada, da mão-de-obra e das máquinas e equipamentos não apresentam significância estatística, indicando que esses fatores não constituem risco para os SAF e ST.

O valor do $R^2 = 0,1271$ indica que 12,7% da variabilidade do produto é explicada por mudanças nas variáveis explicativas da função estimada do risco.

A estatística $F = 2,7382$ significativa ao nível de 5% de probabilidade de erro mostra que a equação proposta adequa-se ao estudo do risco nos SAF e ST. A estatística *Durbin-Watson* de 2,29 indica ausência de autocorrelação serial de primeira ordem nos resíduos, refletindo a inexistência de correlação entre os termos de erro de um período e outro.

Os resultados da análise inicial indicaram a presença de heterocedasticidade – conforme os valores abaixo – mas foram corrigidos pelo método White:

Estatística F	2,625427	Probabilidade	0,000662
Obs*R-quadrado	48,32264	Probabilidade	0,004958

A regressão estimada apresentou problema de multicolinearidade – atestado pela comparação entre o quadrado dos coeficientes de correlação (r^2) dos pares da variável VBP_1 com as variáveis ME e MO e o coeficiente de determinação da regressão (R^2) - sendo a primeira variável excluída da análise.

Em termos econômicos, os sinais negativos dos coeficientes dos insumos e da variável *dummy* mostram sua contribuição no sentido da redução do risco do produto. No caso da *dummy* ($DU_2 = -0,4528$), o sinal indica que em cada período de produção os SAF apresentam menor variabilidade do produto (ou risco) do que os sistemas tradicionais de produção.

A redução comparativa do risco nos SAF captado pela *dummy*, pode ser decorrente de vários fatores, dentre os quais se destacam: a) da diversidade produtiva dos cultivares do SAF em relação aos ST; b) do efeito positivo da biomassa produzida pelos SAF sobre a produtividade da terra; e, c) do efeito interativo e residual dos fertilizantes e defensivos observado principalmente no contexto dos SAF, pela inter-relação dinâmica do solo-clima-planta que se verifica ao longo do tempo nesses sistemas e, com menor intensidade, nos sistemas de produção tradicionais.

Em sentido contrário, o sinal positivo do coeficiente da tecnologia evidencia a contribuição dessa variável como fator de aumento de risco dos SAF e dos sistemas tradicionais de produção. Esse resultado indica a necessidade de uma revisão no uso do pacote tecnológico ora adotado ou de readequar sua combinação com os demais fatores de produção.

O coeficiente de elasticidade risco em relação aos insumos, da ordem de -0,2307, mostra que uma expansão de 100% no seu uso resulta numa redução de 23,1% do risco dos sistemas estudados, *ceteris paribus*.

Relativamente à tecnologia, o parâmetro de elasticidade risco de 0,1311, mostra que uma expansão de 100% no uso desse recurso implica num aumento de 13,1% do risco dos sistemas estudados, tudo o mais constante.

A significância estatística do coeficiente da variável *dummy* (-0,4528) indica que o prêmio de risco pago pelos produtores dos SAF é menor que o dos sistemas tradicionais; isso pode ser constatado em nível de campo, não apenas pela diversificação da produção que os SAF apresentam, mas também pela preferência dos produtores de Tomé-Açu por este tipo de sistema em relação aos sistemas tradicionais.

A preferência relativa dos produtores pelos sistemas agroflorestais pode ser intuitivamente explicada pela hipótese de que o custo da permanência ou continuidade do produtor no SAF tende a ser menor do que o abandono ou a sua saída desse sistema.

4.3.3 Determinantes do VBP em Unidade Produtiva (UPSAF e UPST).

A análise do comportamento do VBP como função de produção dinâmica dos insumos e recursos utilizados pelos produtores, em nível unidade produtiva, mostra os seguintes resultados (Tabela 24).

Tabela 24 – Regressão estimada do VBP como função dos insumos e fatores de produção, em nível de propriedade. Tomé-Açu, Pará 2001-2003.

Variável Dependente: LOG(VBP)				
Método: Mínimos Quadrados Ordinários				
Data: 26/01/06 Hora: 21:52				
Observações: 72				
Corrigido pelo teste White de Heterocedasticidade				
Variável	Coefficiente	Erro Padrão	Estatística-t	Probabilid.
C	1.321744	0.547585	2.413770	0.0187
LOG(AA)	0.107602	0.086714	1.240886	0.1992
LOG(IN)	0.063153	0.041724	1.513600	0.1351
LOG(TC)	0.069385	0.042504	1.632437	0.1075
LOG(VBP ₁)	0.835324	0.072382	11.54044	0.0000
MO	-4.16E-06	1.04E-05	-0.401610	0.6893
ME	-4.12E-07	7.35E-07	-0.560666	0.5770
DU ₂	-0.263535	0.063888	-4.124976	0.0001
R-quadrado (R ²)	0.918903	Media variavel dependente		11.06497
R ² Ajustado	0.910033	S.D. variavel dependente		0.897248
S.E. da regressão	0.269125	Critério inf. Akaike		0.317160
S.quadrado residuo	4.635421	Critério Schwarz		0.570123
Log probabilidade	-3.417763	Estatística-F		103.5965
Durbin-Watson (d)	2.117597	Prob. estatística-F		0.000000

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Os valores do teste *t* (*student*) indicam a significância estatística do intercepto e dos coeficientes do valor bruto da produção passada (VBP_{t-1}) e da variável *dummy* (DU₂)²³ ao nível de 5% de probabilidade de erro. Os coeficientes, da tecnologia (TC), dos insumos (IN) e da área cultivada (AA) mostram-se significantes a 15% e 20% de probabilidade de erro. Isso demonstra a influencia positiva dessas variáveis sobre o valor bruto da produção dos SAF e ST, em nível de propriedade.

²³ Na análise dessa função foi introduzida e testada inicialmente a *dummy* (DU₁) para captar possíveis efeitos diferenciais entre o VBP das UPSAF (com valor 1) e UPST (com valor zero) num mesmo período de tempo *t*, mas o coeficiente dessa variável não se apresentou estatisticamente significativa, indicando que inexistente diferença significativa entre o VBP dos dois sistemas. Porisso, testou-se a *dummy* (DU₂), para captar possíveis diferenças intertemporais do VBP entre os dois sistemas, obtendo-se a significância estatística dos resultados.

Os parâmetros da mão-de-obra (MO) e das máquinas e equipamentos (ME) mostram-se estatisticamente não significantes, indicando que não exercem influência sobre o VBP, em nível de propriedade.

O R^2 mostra que 91,8% das variações no VBP dos SAF são explicadas pela mudança nas variáveis do modelo, enquanto os valores e a significância da estatística F indicam a adequação do modelo para o estudo proposto.

Deve-se mencionar que a amostra analisada apresentou problema de heterocedasticidade, conforme os resultados a seguir discriminados, mas os valores foram corrigidos com a aplicação do método White:

Estatística F	2,706886	Probabilidade	0,001807
Obs*R-quadrado	51,35430	Probabilidade	0,028477

Ademais, no teste de verificação da existência de correlação entre as variáveis explicativas, os resultados do coeficiente de correlação simples ao quadrado entre os pares de variáveis (r^2) apresentaram-se inferiores ao coeficiente de determinação (R^2) da regressão, indicando ausência de problemas sérios de multicolinearidade no modelo.

Do ponto de vista econômico, os sinais dos coeficientes de elasticidades da regressão apresentam-se coerentes com o postulado da teoria da produção dinâmica, com exceção dos parâmetros mão-de-obra e máquinas e equipamentos que se apresentaram negativos, indicando que esses fatores atuam no estágio irracional (III) da produção.

O sinal do intercepto mostra que VBP dos SAF e ST são positivos mesmo na ausência dos insumos e fatores de produção, inclusive do VBP defasado de um período.

O coeficiente de elasticidade do VBP em relação a área cultivada no valor de 0,1076 mostra que uma expansão de 100% na área de cultivo resulta um aumento de 10,7% no valor bruto da produção dos SAF e ST, *ceteris paribus*.

Relativamente aos insumos, a elasticidade da produção de 0,0631 indica que um aumento de 100% na aplicação de fertilizantes e defensivos resulta num aumento de 6,3% no VBP dos sistemas analisados, tudo o mais permanecendo constante.

No que concerne a tecnologia, o coeficiente de elasticidade da produção de 0,0693 evidencia que um aumento de 100% no uso desse fator implica num crescimento de 6,9% no VBP dos SAF e dos sistemas tradicionais de produção, *ceteris paribus*.

O coeficiente positivo de elasticidade ajustamento do VBP atual em relação ao VBP defasado de um período (0,8353), indica que as decisões tomadas pelo produtor no passado (VBP_1) têm um impacto significativo sobre o valor da produção atual.

Tais resultados são coerentes com os obtidos por Chavas *et al* (1985) e Fawcett (1973) atestando que o processo de produção agrícola ocorre de maneira dinâmica, onde o tempo influencia decisivamente o nível de produção. As decisões tomadas no passado atuam sobre a produção física, o nível de uso dos insumos, a área cultivada, a mão-de-obra contratada e a posição dos preços do produto.

Nesse contexto, confirma-se o postulado teórico de que no processo decisório da produção agrícola, observam-se dois tipos de dinâmica: a dinâmica do produto, representada pela influência do VBP do período anterior sobre o atual, e a dinâmica dos insumos, decorrente do efeito dos insumos aplicados no passado para obtenção da produção atual (ANTLE, 1983)

4.3.4 Determinantes do Risco (Log IRI) em Propriedade (UPSAF e UPST)

A análise do comportamento do nível de risco (Log IRI) em unidades produtivas com SAF e sistemas tradicionais, em função da variabilidade dos insumos e dos fatores dinâmicos aplicados na produção, apresentou os seguintes resultados:

Tabela 25 – Regressão estimada do risco em função dos insumos e fatores de produção, em nível de propriedade. Tomé-Açu, Pará. 2001-2003.

Variável dependente: LOG IRI				
Método: Mínimos Quadrados Ordinários				
Data: 27/01/06 Hora: 21:07				
Observações: 72				
Corrigido pelo Método White de Heterocedasticidade				
Variável	Coefficiente	Erro Padrão	Estatística-t	Probab.
LOG(AA)	0.022602	0.234311	0.096460	0.9234
LOG(IN)	-0.212651	0.088753	-2.395983	0.0193
LOG(TC)	0.177166	0.107921	1.641627	0.1053
DU ₂	-0.572690	0.215398	-2.658748	0.0098
R-quadrado (R ²)	0.162919	Media variável dependente		-2.016095
R ² Ajustado	0.125989	S.D. variável dependente		1.065115
S.E. da regressão	0.995761	Criterio inf. Akaike		2.883333
S. quadrado residuo	67.42466	Criterio Schwarz		3.009814
Log probabilidade	-99.79998	Estatística-F		4.411548
Durbin-Watson (d)	1.772258	Prob. estatística-F		0.006792

Fonte: Elaboração do próprio autor, 2006.

Os resultados do teste *t* apresentados na Tabela 25 indicam que os coeficientes das variáveis fertilizantes e defensivos (IN) e da variável *dummy* (DU₂) apresentam-se estatisticamente significantes a 5% de probabilidade de erro, enquanto o parâmetro da tecnologia (TC) mostra-se significativa a 20%. Isso indica a influencia dessas variáveis sobre a variabilidade do produto (risco) dos SAF e dos ST, em nível de propriedade. O coeficiente da área cultivada (AA) não se apresenta significativa, indicando que não representa fonte de risco para os sistemas analisados.

O valor do coeficiente de determinação ($R^2 = 0,1629$) mostra que 16,3% das variações no risco da produção dos SAF e ST são explicadas pelas mudanças ocorridas na área cultivada, na aplicação de insumos, no uso da tecnologia, no emprego da mão-de-obra e nos efeitos sobre a variabilidade do produto captados pela *dummy*.

O valor da estatística $F = 4,4115$ significativa ao nível de 1% de probabilidade de erro, demonstra que a equação estimada é adequada ao estudo do risco nos SAF e nos sistemas tradicionais de produção agrícola.

Os resultados da análise inicial indicaram a existência de heterocedasticidade – conforme os valores abaixo discriminados – mas foram corrigidos pelo método White de heterocedasticidade.

Estatística F	4,310711	Probabilidade	0,000057
Obs*R-quadrado	35,38103	Probabilidade	0,000740

Os resultados apresentaram também sérios problemas de multicolinearidade, a julgar pela comparação entre o quadrado dos coeficientes de correlação (r^2) dos pares das variáveis explicativas VBP_1 , MO e ME, que se apresentaram maior que o coeficiente de determinação (R^2) da regressão múltipla do risco, tendo essas variáveis sido excluídas da análise.

A análise econômica mostra que os sinais dos coeficientes da regressão estimada apresentam-se coerentes com a teoria do risco, no sentido de que cada variável pode contribuir para o aumento ou diminuição do risco do produto, dependendo do sinal positivo ou negativo do parâmetro de cada variável.

No caso presente, os sinais negativos dos coeficientes dos insumos, da mão-de-obra e da *dummy* indicam que o risco da produção dos SAF e dos ST diminuem a cada período de produção e/ou na medida em que se expande o uso desses insumos e fatores. O sinal positivo dos parâmetros da tecnologia indica que

a expansão do uso desses fatores aumenta o risco dos sistemas de produção analisados.

A elasticidade risco em relação aos insumos (-0,212) mostra que um aumento de 100% na aplicação de fertilizantes e defensivos pode reduzir em 21,2% o risco dos SAF e ST, tudo o mais permanecendo constante.

Por sua vez, o coeficiente de elasticidade risco da tecnologia, da ordem de 0,177, indica que o aumento de 100% no uso desse fator resulta num crescimento de 17,7% no risco dos sistemas sob análise, *ceteris paribus*.

A significância do coeficiente de elasticidade risco da variável *dummy*, com valor de - 0,572, evidencia que os SAF apresentam menor nível de risco a cada período de produção em comparação com os sistemas tradicionais, certamente em decorrência do maior efeito da produção de biomassa dos SAF sobre a produtividade do solo, ao longo do tempo.

A título de comparação, resultados de pesquisa recente sobre risco realizada em sistemas frutícolas tradicionais na Região Norte Fluminense, utilizando o método Monte Carlo, indicaram que os cultivos de manga e goiaba apresentaram maiores riscos em relação aos de maracujá, graviola, abacaxi e pinha (ata), tendo sido apontado o nível de preço, a mão-de-obra contratada, os fertilizantes e a mecanização agrícola como determinantes da rentabilidade desses sistemas (PONCIANO *et al*, 2004)

4.4 ANÁLISE DO RETORNO À ESCALA DE PRODUÇÃO

A análise da escala de produção fundamenta-se na soma das elasticidades de produção que indica a magnitude dos retornos à escala. Os coeficientes estimados referentes à parte logarítmica da função correspondem as elasticidades da produção, enquanto o parâmetro da parte exponencial da função

relativamente a variável *dummy* (DU_2) foi transformado em semi-elasticidade²⁴. Os resultados obtidos são também analisados tanto em nível de sistema como em nível de unidade produtiva.

4.4.1 Escala de produção em nível de sistema (SAF e ST)

As elasticidades da regressão estimada em nível de sistema de produção (SAF e ST) encontram-se discriminadas na Tabela 26.

Tabela 26 – Coeficientes e elasticidades da regressão estimada do VBP no sistema (SAF e ST). Tomé-Açu, Pará. 2001-2003.

Variável	Coeficiente	Elasticidade	Estatística <i>t</i>	Probabilid.
C	2.112975	-	4.256947	0.0000
LOG(AA)	0.139121	0,139121	2.125230	0.0362
LOG(IN)	0.092531	0,092531	1.973901	0.0514
LOG(TC)	0.105191	0,105191	2.624008	0.0102
LOG(VBP1)	0.748542	0,748542 (1)	13.74150	0.0000
MO	-3.03E-05	-0,038784 (2)	-1.176848	0.2423
ME	-2.69E-06	-0,080497	-1.908824	0.0594
DU_2	-0.343754	-0,290897 (3)	-4.740385	0.0000
Total	-	0,256346 (4)	-	-

Fonte: Tabela 22 e manipulações do autor, 2006.

Obs: (1) Elasticidade de Ajustamento; (2) Coeficiente não significativo; (3) semi-elasticidade; (4) não inclui os valores de (1), (2) e (3).

A Tabela 26 mostra que soma das elasticidades parciais de produção totaliza 0,256346, indicando que um aumento simultâneo de 1% no uso de todos os fatores de produção tende a aumentar o valor bruto da produção em 0,26%, aproximadamente, indicando que os produtores de SAF e sistemas convencionais de produção, abstraindo o ambiente da propriedade, operam com retornos decrescentes à escala.

²⁴ A elasticidade da produção em relação a variável *dummy* (DU_2) foi estimada com base na sua semi-elasticidade, conforme metodologia utilizada por Santana (2003, p.185).

4.4.2 Escala de produção em unidade produtiva (UPSAF e UPST)

A análise realizada em nível de unidade produtiva (UPSAF e UPST) mostra as seguintes elasticidades da regressão estimada (Tabela 27):

Tabela 27 – Coeficientes e elasticidades da regressão estimada do VBP em nível de unidade produtiva de SAF e ST. Tomé-Açu, Pará. 2001-2003.

Variavel	Coeficiente	Elasticidade	Estatística t	Probabilidade
C	1.321.744	-	2413770	0.0187
LOG(AA)	0.107602	0,107602	1240886	0.1992
LOG(IN)	0.063153	0,063153	1513600	0.1351
LOG(TC)	0.069385	0,069385	1632437	0.1075
LOG(VBP ₁)	0.835324	0,835324 (1)	1154044	0.0000
MO	-4.16E-06	-0,012080 (2)	-0.401610	0.6893
ME	-4.12E-07	-0,025631 (2)	-0.560666	0.5770
DU ₂	-0.263535	-0,231669 (3)	-4124976	0.0001
Total	-	0,240140 (4)	-	-

Fonte: Tabela 24 e manipulações do autor, 2006.

Obs: (1) Elasticidade de Ajustamento; (2) Coeficiente não significativa; (3) semi-elasticidade; (4) não inclui os valores de (1), (2) e (3).

Neste caso, a soma das elasticidades parciais de produção da Tabela 27 totaliza 0,240140, evidenciando que um aumento simultâneo de 1% no uso de todos os fatores de produção tende a aumentar o valor da produção em aproximadamente 0,24%. Isso mostra que as unidades produtivas de SAF e sistemas tradicionais, a exemplo do que ocorreu na análise em nível de sistema, também atuam com retornos decrescentes à escala,

Observa-se que o retorno à escala em nível de sistema apresenta resultado econômico relativamente melhor do que aquele em nível de unidade produtiva, que absorve todo o custo da terra e das instalações agrícolas, sobretudo na sua fase inicial de implantação.

Os resultados relativos ao retorno à escala, apesar de apresentar algumas elasticidades de produção negativas, mostram-se coerentes com os resultados encontrados por Santana (1992) em pesquisa realizada no município de Igarapé-Açu, Estado do Pará, ao analisar o processo de alocação de recursos sob condições de risco em pequenas propriedades pertencentes a comunidades rurais tecnicamente assistidas. Em sua análise, o autor também detectou elasticidades de produção negativas enfatizando que *“resultam da incapacidade administrativa dos produtores na combinação de recursos, nas atividades principais, assim como no planejamento dessas atividades ao longo do ano agrícola”*.

Santana (*op cit*) observou que a prática de consórcio com culturas de arroz, milho, feijão e mandioca - e a dependência das condições climáticas -, obrigam que as atividades sejam desenvolvidas numa mesma época, o que absorve a capacidade da mão-de-obra familiar, levando os produtores a contratar trabalhadores e a combinar ineficientemente os fatores de produção disponíveis e os adquiridos em função da gestão inadequada.

Outra pesquisa nessa linha - aplicando modelo de ajustamento de custos para estudar a dinâmica de alocação de área para diferentes culturas temporárias pela determinação simultânea de níveis de demanda de insumos e oferta de produto - mostraram que o ajustamento de áreas cultivadas é demorado, sobretudo das culturas de raízes. Isso indica que as UP tem um forte incentivo para a especialização, refletido pela deseconomia de escopo, que aumenta com a presença de insumos fixados para produtos específicos e com a variação de preço que diminuem a intensidade da produção. Ademais, variação de preço que aumentam a intensidade de produção geralmente aumentam a economia de escala, mas o aumento do uso de pesticidas reduz a economia de escala em função da melhoria das condições fitossanitárias (LANSINK; STEFANOU, 2001)²⁵.

²⁵ Abdulai (2003) também realizou pesquisa para a determinação de economias de escala e a demanda de alimentos na Suíça, utilizando modelos paramétricos e não-paramétricos, observando que, sob gastos *per capita* constante, a demanda *per capita* por alimentos diminui com o tamanho da propriedade.

Por outro lado, resultados de pesquisa realizada para determinar a escala de produção de frangos de corte no Brasil – utilizando modelo de custos translog – apontaram uma escala ótima de aproximadamente 110 mil kg de frango vivo ou 3.500 m² de aviário, concluindo que o tamanho ótimo da atividade é menor do que o sugerido pelas empresas de abate do setor avícola (GARCIA; FERREIRA FILHO, 2005).

4.5 EFICIÊNCIA ECONÔMICA

Na análise de eficiência econômica o valor do produto marginal (VPMg) de um fator representa a variação no VBP em decorrência do uso de uma unidade adicional desse fator, *ceteris paribus*. Para avaliar o nível de uso atual de cada fator produtivo torna-se necessário comparar o seu VPMg com o respectivo preço (Pi), podendo daí decorrer duas situações: a) se o valor do produto marginal do i-ésimo fator (VPMgi) for maior que o seu preço (Pi) é recomendável aumentar a quantidade utilizada desse fator porque o VBP aumentará com a utilização de maior quantidade do fator variável; b) caso contrário, deve-se reduzir a quantidade do fator utilizado, a fim de aumentar o seu VPMg e, por conseguinte o valor bruto da produção agrícola.

No curso desta análise, inicialmente são especificados os critérios que determinaram os preços dos fatores de produção, a fim de que se possa relacionar os valores da produção aos fatores empregados. Os procedimentos metodológicos adotados foram os seguintes:

- a) o preço da área cultivada (AA) baseou-se no custo de oportunidade por hectare de terra, representado pelo aluguel ou lucro que o produtor deixa de ganhar por mantê-la ociosa; referido preço foi calculado levando em conta uma rentabilidade média de 10% sobre o valor médio por hectare de terra em Tomé-Açu (R\$ 1000,00/hectare em 2002/2003), encontrando-se um preço de R\$ 100,00/hectare/ano;

- b) para os insumos (IN) adotou-se o preço médio/kilograma da mistura rica NPK, incluindo o custo de sua aplicação, avaliado em R\$ 0,80/kg/ano no ano agrícola 2002/2003;
- c) O custo do fator tecnologia(TC) foi calculado com base no custo de produção e difusão de uma dada tecnologia, incluindo a manutenção dos serviços de pesquisa e orientação de campo, estimados com base nos orçamentos da EMBRAPA, EMATER e CAMTA. Esse custo rateado por unidade produtiva foi estimado em 2002/2003 ao preço de R\$ 360,00/unidade produtiva/ano;
- d) O preço da mão-de-obra contratada (MO) foi estimado com base no custo da diária de serviço paga pelos produtores em 2002/2003, da ordem de R\$ 10,00/homem/dia;
- e) O custo da utilização das máquinas e equipamentos (ME) foi estabelecido com base na média do preço da hora-máquina de R\$ 45,00/hora de trator de pneu, cobrado pelos locadores desses equipamentos em 2002/2003.

Nas Tabelas 28 e 29, a seguir, são apresentados os resultados dos parâmetros de eficiência econômica em nível de sistema e em nível de unidade produtiva, estimados com base na primeira derivada parcial do VBP em relação a cada fator de produção e sua equivalência a zero.

4.5.1 Eficiência econômica em sistema

Na Tabela 28 mostram-se os níveis de uso atual da terra e dos demais fatores de produção que influenciam o valor bruto da produção dos sistemas estudados, em nível de sistema. Pode-se observar, também, o desempenho do valor dos produtos médio e marginal, bem como as relações entre o valor do produto marginal e o respectivo preço de cada fator.

Tabela 28 - Eficiência econômica: Parâmetros VBP/Xi no sistema (SAF e ST).Tomé-Açu, Pará. 2001-2003.

Variáveis	Coefficiente (α_i)	Uso Atual (X_i)	VPM _e (1) (Y/ X_i)	VPM _g (2)	Preço (3)
Terra (AA) (R\$ ha/ano)	0,139121	15,85	1.500,31	208,73	100,00
Insumo (IN) (R\$ kg/ano)	0,092531	2.949,57	13,78	1,28	0,80
Tecnologia (TC) (R\$/unidade/ano)	0,105191	1,08	2.840,91	298,84	360,00
Mão-de-Obra (MO) (R\$/homem/dia)	-0,038784 (*)	1.279,98	26,55	-1,03	10,00
Maq.e Equip. (ME) (R\$/hora/máquina)	-0,080497	29.924,63	1,45	-0,12	45,00

Fonte: Elaboração do próprio autor

Notas: α_i = coeficiente de elasticidade da variável explicativa;

(*) = coeficiente não significativo;

X_i = média do Uso Atual do insumo ou fator;

Y = média do VBP= R\$ 47.568,88;

(1) Valor da produtividade média do fator = VPM_e = Y/ X_i ;

(2) Valor da produtividade marginal do fator = VPM_g = α_i .VPM_e;

(3) Preço do insumo ou fator em R\$/unidade.

Os resultados da Tabela 28 mostram que a terra e os demais fatores de produção não estão sendo utilizados de forma eficiente, ou seja, de forma a obter o ótimo econômico da produção nos SAF e nos sistemas de produção tradicionais. Tais resultados indicam que, com exceção da tecnologia, o uso da terra e dos insumos deve ser aumentado, a fim de melhorar seu nível de eficiência sobre o VBP, porque o valor de seus produtos marginais é superior ao respectivo preço.

O fator terra e os insumos (fertilizantes e defensivos) apresentam produtividade marginal positiva e decrescente, com valores que se situam abaixo da produtividade média. Isso indica que esses recursos encontram-se no estágio racional de produção (estágio II), devendo, contudo, os produtores expandir seu uso agrícola (FERGUSON, 1999), a fim de atingir a eficiência econômica.

O produto marginal (PMg) da tecnologia apresenta-se inferior ao seu produto médio (PMe), mas o valor de sua produtividade marginal (VPMg) está abaixo do respectivo custo ou preço. Essa situação indica que o uso desse fator, embora situado no estágio II, deve ser reduzido, afim de ajustar sua combinação com os demais fatores de produção e alcançar o ótimo econômico.

Por outro lado, o coeficiente do fator máquinas e equipamentos apresenta-se significativo, mostrando que esse recurso atua com produtividade marginal negativa, operando no estágio irracional de produção (estágio III), e, por afetar negativamente a produção, seu uso deve ser imediatamente reduzido e readequado, em combinação com os demais fatores de produção. O mesmo ocorre com o parâmetro da mão-de-obra que, embora não significativo, indica que este recurso também opera no estágio irracional – devendo-se diminuir sua utilização, re adequando aos demais fatores de produção.

Cabe repetir as observações feitas em nível de campo sobre a utilização não adequada da mão-de-obra em determinadas épocas do ano, assim como das máquinas e equipamentos. No caso da mão-de-obra contratada, o produtor reconhece que o custo de sua ociosidade ainda é menor do que os custos relacionados a demissão e a sua posterior contratação, dado o ônus decorrente da legislação trabalhista e previdenciária em vigor (Sanguino, 2004). Quanto as máquinas e equipamentos, além da dificuldade de sua aplicação nos SAF em função da densidade de plantas por hectare – e da dinâmica dos arranjos – observou-se que sua utilização, no caso do trator de pneu, tem sido desviada da produção para a atividade de transporte.

É importante registrar ainda, que os resultados ora obtidos resultam de uma análise de um período de apenas três anos (2001 a 2003), o que representa apenas um corte no tempo de um sistema de produção, cujo ciclo vegetativo pode compreender um fluxo de 20 anos ou mais, dependendo do tipo de SAF ou ST. Vale dizer, os resultados ora obtidos devem ser encarados com a devida reserva quando referenciados para fins de orientação de medidas de política agrícola.

4.5.2 Eficiência econômica em nível de propriedade (UPSAF e UPST)

A Tabela 29 mostra, a seguir, os indicadores do VBP e dos insumos e fatores de produção em nível de unidade produtiva, evidenciando o valor da produtividade média e marginal de cada recurso e o seu respectivo preço.

Tabela 29 - Eficiência econômica: Parâmetros VBP/ X_i na propriedade (UPSAF e UPST). Tomé-Açu, Pará. 2001-2003.

Variáveis	Coefficiente (α_i)	Uso Atual (X_i)	VPM _e (1) (Y/ X_i)	VPM _g (2)	Preço (3)
Terra (AA) (R\$ ha/ano)	0,107602	32,63	1.458,27	202,88	100,00
Insumo (IN) (R\$ kg/ano)	0,063153	5.956,35	13,65	1,26	0,80
Tecnologia (TC) (R\$/unidade/ano)	0,069385	0,95	3.067,92	322,72	360,00
Mão-de-Obra (MO) (R\$/homem/dia)	-4.16E-06 (*)	2.903,93	23,41	-1,91E-05	10,00
Maq.e Equip. (ME) (R\$/hora/máquina)	-4.12E-07 (*)	62.211,10	1,39	-2,0E-06	45,00

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Notas: α_i = coeficiente de elasticidade;

(*) = coeficiente não significativo;

X_i = média do Uso Atual do insumo ou fator;

Y = média do VBP= R\$ 95.159,70;

(1) VPM_e = Valor do produto médio do fator = Y/ X_i ;

(2) VPM_g = Valor do produto marginal do fator = α_i .VPM_e;

(3) Preço do insumo ou fator em R\$/unidade.

Os resultados em nível de propriedade (Tabela 29) indicam que os fatores de produção também não estão sendo usados de forma eficiente em termos econômicos. Os produtos marginais (PM_g) da terra cultivada e dos insumos encontram-se abaixo dos seus respectivos produtos médios (PM_e), situando-os na faixa do estágio racional de produção. O uso desses recursos deve ser expandido porque os seus VPM_g situam-se acima de seus respectivos preços. Tal expansão deve ocorrer até que seja atingido o ótimo econômico, ou seja, quando o VPM_g de cada um deles equivaler ao seu preço.

Com relação a tecnologia, apesar desse fator situar-se também no estágio da racionalidade de produção – dado que sua PMg está abaixo da PMe - seu uso deve ser reduzido numa recombinação com os demais fatores de produção, pois o VPMG desse fator apresenta-se menor do que seu custo unitário. A redução do uso desse recurso deve ocorrer até que se atinja sua eficiência econômica em conjunto com os demais fatores de produção.

Por sua vez, os coeficientes das variáveis mão-de-obra contratada e máquinas e equipamentos, além de não significantes, apresentam sinais negativos, indicando que o uso desses recursos situa-se no estágio irracional de produção (estágio III), onde sua produtividade marginal é negativa. Isso demonstra que a utilização desses recursos apresenta-se ineficiente, necessitando ser reduzida e readequada, em combinação com os outros fatores de produção, até que se atinja o nível de eficiência econômica.

De um lado, os resultados da análise de eficiência mostram que o ótimo econômico da produção deve ser atingido com o aumento do uso dos fertilizantes e defensivos, e com a ampliação da área cultivada. De outro lado, os resultados da análise de retorno à escala, em nível de unidade produtiva, indicam que os sistemas estudados operam com retorno decrescente à escala.

As informações obtidas sugerem que a produção, para atingir o ótimo econômico, deve ser expandida mediante a combinação mais adequada dos fatores de produção, aumentando-se o uso da área cultivada e dos fertilizantes e defensivos e readequando-se o uso da tecnologia em combinação com os demais recursos e fatores, tornando eficiente a escala de produção dos SAF e ST.

Nesse sentido, os resultados sugerem no curto prazo a ampliação da escala de produção dos sistemas estudados. Todavia, tal processo de expansão deve levar em conta as indicações da demanda (KUPFER; HASENCLEVER, 2002), com vistas a assegurar maior fatia de mercado à produção adicional.

Esse caminho, *per sí*, poderia implicar no aumento do uso dos insumos, buscando, no longo prazo, a eficiência econômica e, com base na hipótese risco-eficiência de Antle (1983), levar a redução do risco e a melhoria do retorno à escala.

Essa orientação, embora baseada em resultados de três anos – de 2001 a 2003 - pode servir como uma indicação ou referência inicial à pesquisa e aos produtores rumo ao processo de expansão econômica dos SAF e ST em Tomé-Açu, posto que no contexto da competitividade, o lucro, não necessariamente é o objetivo do produtor no curto prazo, devendo, em muitos casos ser postergado pela penetração do produto no mercado, como fundamento estratégico da fixação do preço no futuro (PORTER, 1993; ROMER, 1986).

Em nível nacional, os resultados de pesquisa realizada para verificar o nível de eficiência técnica, alocativa e econômica na produção agrícola – utilizando modelo de fronteira não-paramétrica, sob retorno constante de escala - concluiu que: a) na média, o setor sofre de moderada ineficiência técnica e forte ineficiência alocativa; b) terra e trabalho foram utilizados em excesso, enquanto fertilizantes e defensivos foram subutilizados; c) o clima, as condições de solo e a irrigação afetaram o nível de eficiência técnica, e a educação no setor rural explica a eficiência alocativa; e, d) São Paulo foi a única unidade produtiva do país a operar com eficiência plena em 1995 (VICENTE, 2004).

CAPITULO V – CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Com base nos resultados obtidos, algumas conclusões e sugestões podem servir de referência inicial à pesquisa e a orientação dos produtores rumo a expansão econômica dos sistemas agroflorestais e dos sistemas tradicionais de produção na Região.

O conhecimento prévio dos fatores que influenciam o nível de produção, a eficiência econômica e o risco dos SAF e ST pode, de alguma forma, evitar decisões que conduzam a inadequadas combinações de atividades e de fatores, considerando a dinâmica do tempo (ciclo vegetativo), do espaço da produção (unidade produtiva) e do meio ambiente com os quais os sistemas produtivos interagem, na busca pela otimização econômica da produção e da renda.

As conclusões e sugestões do estudo são expostas a seguir, na mesma ordem com que os resultados foram analisados e discutidos.

1. A análise de **rentabilidade econômica** mostra que os SAF – além de apresentar menor nível de risco em relação aos ST – apresenta, ainda, maior rentabilidade econômica por hectare do que os sistemas tradicionais de produção, destacando-se neste contexto alguns tipos de SAF²⁶ (tipos 4, 3, 8 e 18 da Tabela 26) que mostram lucratividade elevada para o produtor.

2. O comportamento da rentabilidade econômica dos SAF pode estar, de alguma forma, associado à **fertilidade e da produtividade** do solo que, por sua vez, segundo vários pesquisadores²⁷, estão ligados à produção de **biomassa** desses cultivos, dada sua maior densidade de plantas por unidade de área cultivada. Com efeito, algumas pesquisas de campo²⁸ mostram que a quantidade média de biomassa produzida pelos SAF é mais de três vezes maior do que a dos

²⁶ Tipos de SAF que tem por base cultivos de espécies madeireiras (castanha, mogno, teca ou nim) e intercultivos de cupuaçu, cacau e pimenta-do-reino, principalmente.

²⁷ Yamada (1999), Brienza Júnior(1983), Gama (2000), Yared (2002) e outros.

²⁸ Vide Tabelas 28 e 29.

ST; ao mesmo tempo, a produtividade média dos SAF equivale a quase três vezes a dos sistemas tradicionais.

3. Alguns resultados mostram que há uma relação entre a quantidade de biomassa dos sistemas de produção de Tomé-Açu e a produtividade média desses cultivos naquela região. Essa relação apresenta-se mais acentuada no caso dos sistemas agroflorestais.

4. Pesquisas de Carpanezzi (2000), Ciesla (1995) e IBAMA (2002) confirmam o papel relevante dos **SAF** e dos sistemas tradicionais no **seqüestro do carbono** (C) contido no monóxido de carbono (CO), um dos principais poluentes do ar, sobretudo nas áreas urbanas, resultante da queima de combustíveis de automotores, indústrias e de queimadas – bem como a **síntese da biomassa** feita por esses sistemas. A análise sugere a intensificação das pesquisas que possibilitem avaliar quantitativamente a **capacidade dos níveis de seqüestro de carbono e de síntese da biomassa** pelos diferentes tipos e arranjos de SAF, em localidades próximas às emissões.

5. Os resultados da **análise de fator** em nível de sistema evidenciam que: a) o fator **produção física** influencia positivamente no valor da produção, mas representa fonte de risco dos SAF e ST; b) o fator **competitividade do produto** contribui diretamente para o aumento do VBP e não representa fonte de risco desses sistemas; e, c) o fator **capacidade de gestão**, além de não exercer influência sobre o valor da produção, representa fonte de risco desses sistemas.

6. Em nível de propriedade, o fator **produção racional** exerce influência positiva no VBP dos sistemas analisados, mas constitui fonte de risco nesses sistemas. O fator **competitividade do produto** também contribui positivamente com a produção e não constitui fator de risco dos SAF e ST.

7. Os resultados da **análise de fator** mostram ainda que, mesmo na ausência dos respectivos fatores, o VBP e o risco dos SAF e dos ST apresentam-

se positivos. Isso ocorre tanto em nível de sistema, como de propriedade, indicando que a decisão sobre a expansão desses sistemas deve ser precedida da avaliação risco-retorno em cada caso.

8. Na análise da **função de produção dinâmica** em nível de sistema, os resultados indicam que a área cultivada, os insumos, a tecnologia e a produção passada influenciam diretamente no valor bruto da produção dos sistemas estudados. Por outro lado, o uso das máquinas e equipamentos afeta negativamente a produção e a variável *dummy* mostra a diferença cumulativa a menor do VBP dos SAF em relação ao dos ST, de um ano para outro.

9. A **função risco estimada** em nível de sistema indica que, enquanto o aumento da aplicação de insumos reduz o nível de risco, o produtor deve ter cuidado no uso da tecnologia adotada, porque isso pode aumentar o risco desses sistemas. Ademais, a variável *dummy* aponta que os SAF apresentam menor nível de risco do que os ST, de um período para outro.

10. Os resultados da **função de produção dinâmica** em nível de unidade produtiva evidenciam que todas as variáveis, exceto a mão-de-obra contratada e as máquinas e equipamentos, afetam diretamente o VBP dos SAF e ST. A exemplo do resultado obtido em nível de sistema, a variável *dummy* confirma em nível de propriedade, a diferença cumulativa a menor do VBP dos SAF em relação ao dos ST, de um ano para outro.

11. A **função risco estimada** em nível de propriedade mostra que enquanto a aplicação de insumos reduz o nível de risco, o produtor deve ser cauteloso no uso da tecnologia adotada, pois apresenta-se como fator de aumento do risco nos SAF e ST, assim como ocorreu em nível de sistema. A variável *dummy* mostra também a diferença de risco entre os SAF e os ST, denotando que os SAF apresentam menor risco do que os sistemas tradicionais, repetindo o resultado apresentado em nível de sistema.

12. Os resultados da análise da **escala de produção** mostram que tanto os SAF quanto os sistemas tradicionais de produção operam com **retornos decrescentes a escala**, com a soma de suas elasticidades parciais de produção apresentando-se inferior a unidade, em nível de sistema e de unidade produtiva, rejeitando a hipótese inicial de que esses sistemas atuavam com retornos constantes à escala. Os resultados sugerem a realização de investimentos que propiciem a expansão dos SAF, com área mínima inicial de 20 hectares, a fim de que, no longo prazo se reduza o custo médio mínimo e possibilite a conquista de maior fatia de mercado através de preços competitivos.

13. Relativamente à **eficiência econômica**, os resultados mostram que tanto nos SAF quanto nos ST, os fatores de produção não estão sendo utilizados de forma eficiente de forma a obter o máximo valor bruto da produção. De um lado, o uso da terra e dos fertilizantes e defensivos deve ser aumentado, a fim de melhorar o nível de eficiência desses sistemas, e, de outro, o uso da tecnologia, da mão-de-obra contratada e do capital deve ser readequado com os outros fatores de produção, a fim de esses sistemas atinjam seu nível de eficiência econômica.

14. Uma análise comparativa entre os resultados da **função de produção, função risco, escala de produção e eficiência econômica** pode levantar o questionamento sobre as razões pelas quais o produtor nipo-brasileiro da Região não expande sua produção. Neste caso, embora a função de produção, o retorno à escala e a eficiência econômica recomendem o aumento da produção, a função risco indica que a capacidade de gestão relacionada a tecnologia, a mão-de-obra e ao capital mostra-se inadequada, indicando que esses recursos devem ser adequadamente combinados com os demais fatores de produção. Nesse contexto, o produtor que não expande sua produção pode ser considerado **averso ao risco**.

15. Frente a essa situação, a sugestão é de que o processo de expansão dos SAF e dos sistemas tradicionais deve ser precedido de um reexame pela

pesquisa e pelo produtor sobre o planejamento e uso combinado dos fatores tecnologia, mão-de-obra e capital na atividade agrícola, de forma a ajustar a utilização desses recursos em combinação com os outros, a fim de alcançar a eficiência econômica e reduzir o risco dos sistemas analisados.

16. A expansão da produção atual propiciaria condições de ajustar a utilização dos insumos e fatores de produção, o que teoricamente implicaria na redução do risco, dentro do que estabelece a **hipótese risco-eficiência** proposta por Antle (1983). Mais ainda, tal expansão se planejada com base em estudo de mercado e suporte tecnológico, pode se consolidar como um agronegócio que permitiria a conquista de maior **fatia de mercado** (*market share*) à produção, em substituição ao **lucro** que passaria a ser um objetivo estratégico de longo prazo, em função do desempenho da rentabilidade econômica desses sistemas.

Finalmente, deve-se registrar que no esforço em busca de novos mercados, a CAMTA já vem trabalhando com a agregação de valor à produção – como é o caso do *mix* de sucos e de polpas de frutas tropicais, do beneficiamento da pimenta branca, da obtenção do principio ativo do nim como antibiótico e outros – mas na área agrícola ainda existe espaço para a expansão das áreas de SAF, em função das indicações da demanda dos mercados agroindustriais, interno e externo.

REFERÊNCIAS

ABDULAI, A. Economies of scale and the Demand for food in Switzerland: Paramétric and Non-Paramétric Analysis. **Journal of Agricultural Economics**. V.54, n.2, julho 2003.

ALVIM, R; VIRGENS, A.; ARAUJO, A.C.. Agrossilvicutura como ciência de ganhar dinheiro com a terra: recuperação antecipada de capital no estabelecimento de culturas perenes arbóreas. Ilhéus: EMBRAPA/CEPLAC, 1998. 36p. (**Boletim Técnico**, 161).

ALVIM, R. Tecnologias apropriadas para agricultura nos trópicos úmidos. **Revista Agrotrópica**, Ilhéus: ano 1, n.2, 1989.

ALVIM, P. de T. Agricultura apropriadas para uso contínuo dos solos na Região Amazônica. **Espaço, Ambiente e Planejamento**, Rio de Janeiro: 1990.

ANDERSON, T.W. **An Introduction to Multivariate Statistical Methods**. 2d ed. New York: John Wiley, 1984.

ANTLE, J.M. Incorporating Risk in Production Analysis. **American Journal of Agricultural Economics**, v.65, n.5, dez.1983.

AOKI, M. **Optimization of stochastic systems**. New York: Academic Press, 1967.

ARAÚJO, R.C.P. **Avaliação de alternativas tecnológicas para a cajucultura do Nordeste sob condições de risco**. Fortaleza: UFC, 1992. 127p. (Dissertação de Mestrado).

BAENA, A.R.C; FALES, I.C. Avaliação do potencial químico e físico dos solos sob diversos sistemas de uso da terra na colônia agrícola de Tomé-Açu – Estado

do Para. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1999. (EMBRAPA-CPATU. **Boletim de Pesquisa**, 18).

BANCO DA AMAZÔNIA S.A - BASA. **Relatório da Diretoria Executiva**, 2004. Belém: BASA, 2005.

BANDY, D.; GARRITY, D.; SANCHEZ, P. El problema mundial del agricultura de tala y quema. **Agrofloresteria em las Américas**. v.1, n.3, p.14-20, 1994.

BENE, J.G.; Beall, H. W.; Côté, A. **Trees, Food and People**. Ottawa, Canadá: IDRC: 1977.

BERTALANFFY, V. L. Teoria Geral dos Sistemas. In: Birnbaum, D.; Chazel, F. **Teoria Sociológica**. São Paulo: Hucitec, 1977.

BISERRA, J. V. **Rentabilidade da irrigação pública no Nordeste sob condições de risco: o caso do perímetro de Morada Nova**. Fortaleza: UFC, 1991. 73p. (Tese – Professor Titular).

BIZARRIA, S.A.M. **Avaliação e seleção de sistemas de produção agrícola sob condições de risco**. Fortaleza: UFC, 1993. 149p. (Dissertação de Mestrado).

BOSSEL, H. **Indicators for Sustainable Development: Theory, Method, Applications: A report to the Balaton Group**. Winnipeg: IISD, 1999.

BOURGEOIS, A. Une application de la notion de systeme: l' exploitation agricole. **Agriscopie**. Angers, 1983.

BRIENZA JÚNIOR, S. Considerações biológicas e econômicas sobre um sistema de produção silvo-agrícola rotativo na região do Tapajós. Belém: EMBRAPA/CPATU, 1983, 22p. (**Boletim de Pesquisa**, 50).

BRYSON, A E.e HO, Y.C. **Applied Optimal Control**. New York: John Wiley & Sons, 1975.

BUCKLEY, W. **A sociologia e a moderna teoria dos sistemas**. São Paulo: Ed. Cultrix, USP, 1976.

BYRNS, R.T.; STONE, G.W. **Microeconomia**. São Paulo: Makron Books, 1996.

CAMPOS, R.T. **Efeitos do ataque do bicudo na cotonicultura do semi-árido cearense**. Recife: UFPE, 1991. 160p. (Tese de Doutorado).

CAMTA – Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu. Relatórios de Campo: **Ficha de Cadastro de Cooperado, 2001-2003**. Quatro Bocas: CAMTA, 2004.

CARPANEZZI, A.A. Benefícios Indiretos da Floresta. In: *Reflorestamento de Propriedades Rurais para fins Produtivos. Um guia para ações municipais e regionais*. Brasília: EMBRAPA, 2000. 351p.

CATIE, **Manual sobre curso de sistemas agroflorestais**. Turrialba, Costa Rica: CATIE, 1986, 40p (mimeo).

CHAVAS, J.; KLIEBENSTEIN, J.; CRENSHAW, T.D. Modeling Dynamic Agricultural Production Response: The Case of Swine Production. In: **American Journal of Agricultural Economics**, v. 67, n.3, ago. 1985.

CIESLA, W.M. Climate change, forests and forest management. Rome: FAO, 1995. 108p. (**FAO Forestry Paper**, 126).

CONTO, A. J. **Consórcio de culturas perenes para a região da Transamazônica**. Belém: EMBRAPA/CPATU, 1991. 18p. (mimeo).

CONTINI, E. et al. Instrumental econômico para a decisão na propriedade agrícola. In: CONTINI, E. et al. *Planejamento da propriedade agrícola: modelos de decisão*. 2 ed. Brasília: EMBRAPA, 1986. p.7-22. (**Documentos**, 7).

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO-CMMAD. Relatório Brundtland. **Nosso Futuro Comum**, 2ª ed. Rio de Janeiro: FGV, 1991.

COUTINHO, L. As Sete Pragas da Amazônia. In: **Revista Veja**. São Paulo: outubro de 2005.

CRUZ, E. R. da. **Risco em modelos de decisão na agricultura**. Brasília: EMBRAPA-DEP, 1984.

CRUZ, E. R. da. Aspectos teóricos sobre incorporação de risco em modelos de decisão. In: CONTINI, E. *et al.* Planejamento da propriedade agrícola: modelos de decisão. 2 ed. Brasília: EMBRAPA, 1986. p.237-260. (**Documentos 7**).

DILLON, J. L. Agricultura, pesquisa e probabilidade. Fortaleza: UFC, 1976. 25P. (**Série de Pesquisa, 13**).

DILLON, J. L. **The analysis of response in crop and livestock production**. New York: Pergamon Press, 1977.

DUBOIS, J. Importância de sistemas de produção agroflorestal para a Amazônia. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ECOLOGIA, 2, 1979. Belém. **Anais...** Belém, 1979.

DUBOIS, J. C. **Manual Agroflorestal para a Amazônia**. Rio de Janeiro: REBRAAF, 1996, v.1, 228p.

DUNCAN, O.D. **Introduction to Structural Equation Models**. New York: Academic Press, 1975.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Embrapa Florestas. **Reflorestamento de Propriedades Rurais para fins Produtivos e Ambientais:** um guia para ações municipais e regionais. Brasília, DF: 2000.

ETHAERINGTON, D.M., MATTHEWS, P.J. Approaches to the economic evaluation of agroforestry farming systems. **Agroforestry Systems**, 1: 347-360, 1983.

FARREL, J.; ALTIERI, M.A. Traditional Farming Systems as South-Central Chile with Special Emphasis on Agroforestry. **Agroforestry Systems**, v.2, n.1,p3-18,1984.

FAWCETT, R. H. Toward a Dynamic Production Function. **Journal of Agricultural Economics**. 24 (1973): 543-55.

FEARNSIDE, P.M. Agroforestry in Brazil's Amazonian Development Policy: the role and limits of potential degraded lands. In: Clusener-Godt, M. I Sachs (Eds.) **Brazilian Perspectives on sustainable Development of the Amazon Region**. Paris: UNESCO, 1995.

FERGUSON, C.E. **The neoclassical theory of production and distribution**. New York: Cambridge University Press, 1975.

FERGUSON, C.E. **Microeconomia**. Rio de Janeiro: Editora Forense Universitária, 1999.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION (FAO). **Tropical Forest Resources**. FAO, Rome, Italy, 1998.

GAMA, J.R.N.F. **Algumas considerações sobre os solos da microrregião de Tomé-Açu**. Belém: Relatório de campo, 2000.

GARCIA, L.A.F.; FERREIRA FILHO, J.B. de S. Economia de Escala na Produção de Frangos de Corte no Brasil. In: **Revista de Economia Rural e Sociologia**. Brasília: SOBER, v.43, n.3, jul/set. 2005

GIACOMETTI, D.C. Valor dos produtos da biodiversidade do Brasil e estimativas de perda. **Caderno socioeconômico**. Belém: FCAP. 1996. 14p.

GREENLAND, D. J. Bringing the green revolution to the shifting cultivator. **Science**. v.190, n.4219, p.841-844, nov.1975.

GRIMM, S.S. Desenvolvimento científico, tecnológico e meio ambiente. In: **Cenários alternativos para o desenvolvimento rural de Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI, 1985. p.45-50.

HECHT, S.B. Agroforestry in the amazon basin: practice, theory and promising land use. In: S. B. HECHT (ed.) **Amazonia: Agricultural and land use research**. Los Angeles: University of Califórnia, 1982.

HOMMA, A.K.O. Dinâmica dos Sistemas Agroflorestais: o caso dos agricultores nipo-brasileiros em Tomé-Açu (Pará). In: **Amazônia**. UFPA, 1995. 189p.

HOMMA, A.K.O. **Amazônia: meio ambiente e desenvolvimento agrícola**. Brasília: EMBRAPA-SPI. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE (IBAMA). **Gestão dos Recursos Naturais: Agricultura Sustentável**. Brasília: MMA, 2000. 114p.

IBGE. **Censo Agropecuário de 1995-96**. Brasília: IBGE, 1996.

IBGE, Diretoria de Pesquisas, Departamento de Agropecuária, **Produção Agrícola Municipal 2000**. Brasília: IBGE, 2000.

IBGE. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: Brasil 2002**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Geociências, 2002.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH IN AGROFORESTRY (ICRAF). **Resources for Agroforestry Diagnosis and Design**. Kenia, Nairobi: ICRAF, 1998.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH IN AGROFORESTRY (ICRAF). **Resources for Agroforestry Diagnosis and Design**. Kenia, Nairobi: ICRAF, 2000. 110p.

IKUSHIMA, J. **30-Year History of Japanese Immigration to the Amazon**. São Paulo Shinbunsha. São Paulo: 1959.

JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. **Applied Multivariate Statistical Analysis**. Fourth Edition. Prentice Hall, Upper Saddle River. New Jersey, 1999.

JOUVE, P; TALLEC, M. Une méthode d'étude des systèmes agraires en Afrique de l'Ouest par l'analyse de la diversité e de la dynamique des agroecosystèmes villageois. In: Symposiun International: Recherches-Systeme en agriculture et développement rural, 1986, Montpellier. **Anais...** Montpellier: Cirad, 1986.

JUST, R.E.; POPE, R. Production function estimation and related risk considerations. **American Journal of Agricultural Economics**, v.61, n.2, p.276-84, 1979.

KAMIEN,M.I.; SCHWARTZ, N.L. **Dynamic optimization: The calculus of variations and optimal control in economics and management**. Amsterdam: Elsevier/Noth-Holland Publishing Co., 1981.

KATO, A.K.; FERRAZ, J.B.S. Decomposição de liteira em plantio de castanheira-do-brasil em ecossistema de pasto degradado e floresta primária da Amazônia

Central. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 4., 1998, Belém. **Resumos**. Belém: FCAP/Sociedade de Ecologia do Brasil, 1998. p.343.

KITAMURA, P.C. **A Amazônia e o desenvolvimento sustentável**. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento e Avaliação de Impacto Ambiental. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994, 12p.

KNIGHT, F.H. **Risk, Uncertainty and Profit**. Boston: Houghton, Mifflin, 1921.

KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. **Economia Industrial**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2002.

LANSINK, A.O.; STEFANO, S. Dynamic Area Allocation and Economies of Scale and Scope. **Journal of Agricultural Economics**. v.52, n.3, 2001.

LEFTWICH, R.H. **O sistema de preços e a alocação de recursos**. São Paulo: Pioneira, 1974.

LINDGREN, B.O. **The use of agroforestry to improve the productivity of converted tropical land**. Nairobi: ICRAF, 1982. p.37-49.

LOCATELLI, M. **Nutrientes e biomassa em sistemas agroflorestais com ênfase no cupuaçuzeiro, em solos de baixa fertilidade**. Rondônia: EMBRAPA, 2001.

MacDICKEN, K.G.; VERGARA, N.T. **Agroforestry: Classification and Management**. Wiley-Interscience, New York, 1990.

MARQUES, L.C.T.; YARED, J.A.G.; FERREIRA, C.A.P. **Alternativa Agroflorestal para Pequenos Produtores Agrícolas, em Áreas de Terra Firme no Município de Santarém, Pará**. Belém: EMBRAPA/CPATU, 1993.

MATURANA, H.; VARELA, F. **El árbol del conocimiento**: las bases del entendimiento humano. Santiago: Editorial Universitaria, 1994

MENDES, F.A.T. **A sustentabilidade socioeconômica das áreas cacaeiras na Transamazônica**: uma contribuição ao desenvolvimento regional. Piracicaba: ESALQ; Tese (Doutorado), 1997.

MENDES, F.A.T. Avaliação de Modelos Simulados de Sistemas Agroflorestais em pequenas Propriedades Cacaueiras Seleccionadas nos Municípios de Tomé-Açu e Acará, no Estado do Pará. **Série Relatórios de Pesquisa**. Belém: UNAMA/FIDESIA, 2003.

MERCER, D.E. The economic of agroforestry, *in*: W. Bentley, W. Burch (eds.) **Agroforestry and the social science**. Oxford University Press: London, 1991.

MESQUITA, T.C. Impacto da mudança tecnológica na produção agrícola: aproximação de uma análise dinâmica. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**. Brasília: v.13, n.2, p159-173, 1996.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Gestão dos Recursos Naturais: Agricultura Sustentável**. Brasília: IBAMA, 2000. 114p.

MIRANDA, P. S. e SILCINELE, R. **Sistema Agroflorestal. Agricultura em Andares**. Belém: UFPA, NUMA; POEMA, 1999. 101p.

MONTAGNINI, F. **Sistemas agroflorestales**: principios y aplicaciones en los trópicos. 2ed. San José: Organización para Estudios Tropicales, 1992. 622p.

MORIN, E. **O método**: a natureza da natureza. São Paulo: Ed. Campos, 1987.

NAIR, P.K.R. Agroforestry system inventory. **Agroforestry systems**, v.5, p.310-317. 1987.

NAIR, P.K.R. **Agroforestry system in the tropics**. Kluwer Academic Publishers, Netherlands: 1989.

NAIR, P.K.R. **An introduction to agroforestry**. Kluwer Academic Publishers, Netherlands: 1993.

NEVES, A.R.; REZENDE, J.L.P. Comparação entre projetos pelo critério de Taxa interna de retorno: problemas e soluções alternativas. **Revista Árvore**, Viçosa, v.20, n.2, 1996.

NIKIPHOROFF, B. **Economic analysis of Paraguayan farms under uncertainty**. Davis: University of California, 1987. 37p. (mimeo).

NIPPAKU MAINICHI SHINBUN. Tradition of Tokuno is Alive. Newspaper Article. **Diário Nippak** 03/09. São Paulo, 1996.

NOGUEIRA, O.L. **Recomendações para o cultivo de espécies perenes em sistemas consorciados**. Belém: EMBRAPA/CPATU, 1991. 61p. (Documentos, 56).

NOGUEIRA NETO, PAULO; A biodiversidade e seus problemas. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS; Conservação da biodiversidade, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Unipress, 1992. p.57-61.

NORONHA, J.F. **Projetos agropecuários: administração financeira, orçamentária e viabilidade econômica**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1987. 269p.

PORTER, M. **A Vantagem Competitiva das Nações**. Rio de Janeiro: Campus, 1993.

REICH, C.E. **Implicaciones económica del componente agroflorestral**. Turrialba: CATIE, 1983.

REIJNTES, C., HAVERKORT B. & WATERS-BAYERA. **Agricultura para o Futuro**: uma introdução à agricultura sustentável de baixo uso de insumos externos. Rio de Janeiro: ILEIA/AS-PTA, 1994.

RELATÓRIO BRUNDTLAND. **Nosso Futuro Comum**. COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO-CMMAD. 2ª ed. Rio de Janeiro: FGV, 1991.

REYDON, B.P. **Avaliação econômica de sistema agroflorestal para recuperação de áreas degradadas**. Rio Branco: UFAC, 2003. 6p.

ROMER, P. **Increasing Returns and Long Run Growth**. Journal of Political Economy, v.94, n.11, p1-12., 1986.

ROSNAY, J. **Le microscope, vers une vision globale**. Paris: Editorial du Seuil, 1975. 305p.

PARSONS, T. **O sistema das Sociedades Modernas**. São Paulo: Sachet-Zach (Eds), 1975.

PONCIANO, N.J.; SOUZA, P.M. de; MATA, H.T. da C.M.; VIEIRA, J.R.; MORGADO, I.F. Análise da viabilidade econômica e risco da fruticultura na Região Norte Fluminense. In: **Revista de Economia e Sociologia Rural**. Brasília: SOBER. v.42, n.4, out/dez. 2004

POULIQUEN, L.Y. **Risk analysis in Project appraisal**. Baltimore: John Hopkins Press, 1970. 79p.

REUTLINGER, S. **Techniques for project appraisal under uncertainty**. Baltimore: John Hopkins Press, 1970. 96p.

RIBEIRO, R. N. da S. **Avaliação do potencial de sustentabilidade de unidades produtivas agroflorestais em várzeas de influencia fluvio-marinha, Cametá-Pará.** Belém: FCAP. Tese (Mestrado), 2002.

SANCHES, P.A. Trees as soil improvers in the humid tropics. In: **Attributes of trees as crop plants.** Washington. D.C: Institute of Terrestrial Ecology. 1985.

SANGUINO, A.C. **Avaliação econômica da produção em sistemas agroflorestais na Amazônia:** estudo de caso em Tomé-Açu. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias). Universidade Federal Rural da Amazônia –UFRA, 2004.

SANTANA, A.C. de. Crescimento e estrutura da produção agrícola na Amazônia. **Boletim da FCAP**, n.17, p.57-78, 1988.

SANTANA, A.C. de. Análise econômica da produção agrícola sob condições de risco numa comunidade Amazônica. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.30, n.2, p.159-170, abr/jun. 1992.

SANTANA, A.C. de. Análise sócio-econômica de pequenas unidades de produção em Santa Izabel do Para. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.28, n.2, p.255-274, 1990.

SANTANA, A.C. de.; TOURINHO, M.M. Notas sobre avaliação socioeconômica de sistemas agroflorestais. In: **O Agronegócio Brasileiro: Desafios e Perspectivas.** 1997.

SANTANA, A.C. de (Coord). **O Fundo Constitucional de Financiamento do Norte e o Desenvolvimento da Amazônia.** Belém: M & S Editora, 2002.

SANTANA, A.C. de. **Métodos Quantitativos em Economia:** Elementos e Aplicações. Belém: UFRA, Graphitte Editores, 2003.

SANTANA, A.C. de. **Elementos de Economia, Agronegócio e Desenvolvimento Local**. Belém: UFRA, 2005.

SANTOS, J.C. dos. **Análise da rentabilidade, sob condições de risco, de um sistema agroflorestal adotado por pequenos produtores de cacau na região da transamazônica**, Para. UFC; Dissertação de mestrado. 128p. Fortaleza, 1996.

SCHERR, S.J.; MÜLLER, E.U. Technology impact evaluation in agroforestry projects. **Agroforestry systems**. Doerdrecht, v.13, 1991.

SILVA, J.R. da. **Planejamento agrícola sob condições de risco para pequenas propriedades da zona semi-árida dos sertões do Estado do Ceará**. Fortaleza: UFC. Dissertação (Mestrado),1988. 79p..

SILVA, Z.A.G; FRANKE, I.L.; OLIVEIRA,E.C. Análise econômica de quatro sistemas agroflorestais diferentes implantados no Estado do Acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS. ENCONTRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NOS PAISES DO MERCOSUL, 1., Curitiba, 1994. **Anais..**Curitiba: EMBRAPA/CNPQ/CPAF-RO, 1994. p.399-414.

SOLYNO, S. A. S. Capacidade de pagamento e viabilidade técnica do FNO-Especial para o desenvolvimento da produção familiar rural no Estado do Para. in: **Campesinato e Estado na Amazônia: impactos do FNO no Pará**. Brasília: Brasília Jurídica, 2000.

VAN-LEEUVEN, J.; GOMES B.M. **O pomar caseiro na região de Manaus, Amazonas**: um importante sistema agroflorestal tradicional. Disponível em: <http://www.inpa.gov.br/cpca/joha.pomar.html>. Acesso em: 30 Nov.1999.

VARELA, L.B. **Análise da Eficiência Econômica dos Investimentos do FNO sobre a Agropecuária do Estado do Pará.1989-1999.** UNAMA. Dissertação (Mestrado em Economia), Belém: 2001.

VARIAN, H.R. **Microeconomic analysis.** New York: W.W. Norton & Co., 1978.

VIANA, V. M. Envolvimento sustentável e conservação das florestas brasileiras. In: **Comunidades tradicionais e manejo dos recursos naturais da mata atlântica.** Piracicaba: NUPAUB-LASTROP, ESALQ-USP,2000.

VILAS BOAS, O. Uma breve descrição dos sistemas agroflorestais na América Latina. IF. **Série Registros.** São Paulo, n.8, p.1-16, 1991.

VICENTE, J.R. Economic Efficiency of Agricultural Production in Brazil. In: **Revista de Economia e Sociologia Rural.** Brasília: SOBER, v.42, n.2, abr/jun 2004.

WALKER, R.T. et al. **Dinâmica dos sistemas de produção na Transamazônica.** Belém: EMBRAPA/CPATU, 1995. 76p.

WALKER, R.T.; HOMMA, A.K.O.; COUTO A.J. de; CARVALHO, R.A. de.; FERREIRA, C.A.P.; SANTOS, A.I.M.; ROCHA, A.C.P.N. da.; OLIVEIRA, P.M. de.; SCATEMA, F.N. Farming systems and economic performance in the Brazilian Amazon. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1, 1994, Porto Velho. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994a. p.415-429.

WALKER, R.T. et al. Sistemas agroflorestais como processo evolutivo: o caso dos agricultores da rodovia Cuiabá-Santarém, no Estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1, 1994b, Porto Velho. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994. p.29-42.

WUNSCH, J. A. **Diagnóstico e tipificação de sistemas de produção: procedimentos para ações de desenvolvimento regional.** Dissertação (Mestrado). Piracicaba-SP: PPGA/ESALQ, 1995, 180p.

YAMADA, M. **Japanese Immigrant Agroforestry in the Brazilian Amazon: A Case Study of Sustainable Rural Development in the Tropics.** Tese Doutorado em Economia Agrícola). Florida: University of Florida, 1999.

YARED, J. A. G. Espécies florestais nativas e exóticas: comportamento silvicultural no planalto do Tapajós-Pará. Belém: EMBRAPA/CPATU, 1988: 29p. (**Documentos**, 49).

YARED, J. A. G. Fundamentos de SAF. In: **Apostila do Curso de Doutorado em Sistemas Agroflorestais.** Belém: UFRA/EMBRAPA-CPATU, 2002.

YOUNG, A. **Agroforestry for soil conservation.** Wallingford: Nairobi and CAB international, 1989.

APÊNDICE 1 – BASE DE DADOS

TABELA 30 – BASE DE DADOS DINÂMICA (UPSAF e UPST) – 2001 (VBP₁ e QT₁), 2002 e 2003

Ano	UPSAFxUPST	VBP	P	QT	AA	MO	ME	GE	IN	TC	DP	VBP ₁	QT ₁
201 S		150.007	2,25	66.701	45,80	4.069,6	103.657	300	12.004	0,58	10.366	83.594	67.305
202		154.971	2,62	59.136	56,35	8.368,3	39.778	600	6.298	0,94	3.978	101.823	53.828
203		215.916	1,37	157.794	51,31	3.760,2	177.004	600	14.549	0,74	17.700	240.094	163.795
204		286.886	3,44	83.455	53,07	3.303,7	102.778	600	11.443	0,87	10.278	149.355	76.201
205		9.477	0,71	13.341	5,64	388,3	102.778	600	1.090	0,57	10.278	7.373	10.533
206		437.922	1,84	237.781	191,30	18.519,5	179.494	555	24.793	0,70	17.949	355.673	225.356
207		228.569	1,09	209.406	60,48	3.585,8	111.464	323	12.949	0,88	11.146	116.898	177.390
208		189.584	1,86	102.088	47,10	3.241,5	106.074	547	11.537	0,78	10.607	192.357	111.798
209		72.600	1,29	56.347	19,76	1.533,2	49.386	573	3.511	0,94	4.939	61.884	57.972
210		209.299	2,66	78.754	92,08	13.909,8	94.522	557	8.948	0,89	9.452	148.959	79.744
211		19.055	1,57	12.142	9,25	636,7	32.591	540	1.633	0,42	3.259	12.940	11.180
212		150.287	1,50	99.922	102,91	15.062,5	100.445	547	10.883	0,60	10.045	112.329	84.076
213		103.025	0,93	111.264	22,15	1.356,8	77.329	500	4.770	0,97	7.733	102.500	116.851
214		38.030	1,67	22.767	8,63	601,3	49.433	600	2.730	0,92	4.943	35.286	22.159
215		47.283	1,31	36.114	17,90	1.022,7	46.747	600	3.350	0,89	4.675	35.936	32.521
216		58.390	3,78	15.456	12,61	634,0	78.815	567	2.536	0,55	7.881	36.706	15.179
217		58.800	0,98	60.077	27,60	1.648,6	34.949	579	5.295	0,65	3.495	46.907	59.824
218		61.332	1,16	52.877	14,19	856,1	22.318	557	3.505	0,89	2.232	38.151	51.684
301 S		143.738	1,81	79.211	45,80	4.069,6	147.700	300	14.332	0,65	14.770	150.007	66.701
302		181.198	2,19	82.627	56,35	8.368,3	35.800	600	7.632	1,30	3.580	154.971	59.136

303	190.637	1,03	185.931	52,81	3.767,7	140.170	600	16.277	0,99	14.017	215.916	157.794
304	284.687	3,32	85.874	55,84	3.502,9	101.500	600	14.071	0,86	10.150	286.886	83.455
305	10.410	0,73	14.235	6,58	449,3	114.197	600	1.766	0,62	11.420	9.477	13.341
306	490.453	1,63	300.534	191,30	18.520,5	192.389	555	28.453	0,97	19.239	437.922	237.781
307	256.651	0,96	267.734	60,48	3.585,8	118.424	323	15.235	1,15	11.842	228.569	209.406
308	166.440	1,59	104.550	49,87	3.441,7	118.549	547	15.211	0,78	11.855	189.584	102.088
309	103.520	1,45	71.473	19,76	1.534,2	47.478	573	4.212	1,24	4.748	72.600	56.347
310	205.831	2,08	99.103	92,08	13.909,8	86.096	557	10.701	1,12	8.610	209.299	78.754
311	24.393	1,19	20.514	9,25	636,7	30.511	540	2.015	0,55	3.051	19.055	12.142
312	168.607	1,27	132.671	102,91	15.062,5	92.018	547	13.033	0,69	9.202	150.287	99.922
313	160.393	1,26	127.321	22,15	1.356,8	75.303	500	5.720	1,61	7.530	103.025	111.264
314	28.620	1,22	23.424	8,63	601,3	40.693	600	3.280	1,22	4.069	38.030	22.767
315	59.975	0,91	66.034	17,90	1.022,7	39.676	600	4.130	1,55	3.968	47.283	36.114
316	51.993	3,19	16.301	13,55	695,0	96.603	567	3.422	0,62	9.660	58.390	15.456
317	71.234	0,99	72.201	29,48	1.770,4	40.604	579	8.596	0,86	4.060	58.800	60.077
318	52.786	1,02	51.742	14,19	856,1	21.058	557	4.178	1,05	2.106	61.332	52.877
201 T	68.589	4,34	15.804	4,50	292,5	24.642	300	2.300	1,10	2.464	37.161	11.686
202	101.600	5,58	18.250	10,00	510,0	20.811	600	2.850	2,22	2.081	32.709	16.910
203	21.808	58,00	376	19,20	566,4	37.930	600	700	0,06	3.793	19.170	355
204	38.305	5,58	6.890	7,00	510,0	23.631	600	1.425	1,19	2.363	13.560	7.005
205	59.164	87,00	681	40,58	5.490,1	23.569	600	1.790	1,24	1.357	56.110	660
206	95.129	5,80	16.400	14,50	900,0	32.442	600	5.000	1,37	3.244	42.328	20.841
207	16.896	0,53	31.889	9,50	1.680,0	35.787	300	3.010	1,14	3.571	12.254	32.224
208	22.520	88,00	255	15,50	1.650,0	17.123	600	1.729	2,30	1.712	22.270	265

209	46.867	6,70	6.995	1,80	145,0	12.297	300	980	1,21	1.230	22.253	6.954
210	66.200	5,54	11.953	10,15	700,0	39.349	300	3.100	1,30	3.935	23.559	12.145
211	18.301	0,31	69.564	6,90	324,0	10.228	300	1.200	1,26	1.023	20.096	66.987
212	31.200	0,33	94.563	17,00	840,0	31.960	300	3.750	1,26	3.197	29.241	104.450
213	77.705	185,00	420	70,50	3.580,2	137.480	600	5.526	0,07	13.741	72.800	400
214	31.660	214,00	149	12,70	648,0	21.690	600	1.500	0,07	2.169	29.400	147
215	31.500	125,00	252	34,00	944,0	45.058	600	600	0,07	4.506	29.520	240
216	35.768	0,60	59.614	3,60	196,0	59.330	300	13.500	1,12	5.933	31.793	58.876
217	64.160	0,36	178.222	20,04	1.120,2	90.548	600	255	1,09	10.549	60.350	177.500
218	33.129	36,00	928	32,60	1.620,0	21.312	300	2.500	0,13	2.131	29.750	850
301 T	58.943	3,72	15.845	4,50	292,5	28.847	300	2.700	1,10	2.885	68.589	15.804
302	84.980	4,73	18.010	10,00	510,0	18.763	600	3.410	2,19	1.876	101.600	18.250
303	24.192	63,00	384	19,20	566,4	89.320	600	800	0,06	3.413	21.808	376
304	33.440	4,73	7.070	7,00	510,0	26.841	600	1.710	1,23	2.711	38.305	6.890
305	60.978	91,00	672	40,58	5.490,1	38.130	600	2.150	1,22	1.220	59.164	681
306	93.974	4,97	18.901	14,50	900,0	38.847	600	5.800	1,58	3.890	95.129	16.400
307	16.509	0,48	32.830	9,50	1.680,0	32.652	300	3.800	1,15	3.277	16.896	31.889
308	24.660	92,00	270	15,50	1.650,0	16.998	600	2.040	2,30	1.700	22.520	255
309	23.732	3,40	6.980	1,80	145,0	11.265	300	1.060	1,21	1.127	46.867	6.995
310	58.516	4,70	12.456	10,15	700,0	36.348	300	3.650	1,35	3.636	66.200	11.953
311	19.387	0,35	71.213	6,90	324,0	15.386	300	1.440	1,29	1.539	18.301	69.564
312	35.060	0,35	100.161	17,00	840,0	48.088	300	4.500	1,34	4.809	31.200	94.563
313	83.608	190,00	440	70,50	3.580,2	111.760	600	6.630	0,07	11.179	77.705	420
314	38.016	216,00	180	12,70	648,0	15.121	600	1.950	0,07	1.512	31.660	149

315	33.528	127,00	264	34,00	944,0	41.058	600	720	0,08	4.106	31.500	252
316	38.293	0,65	58.913	3,60	196,0	57.890	300	17.400	1,12	7.789	35.768	59.614
317	79.134	0,44	179.851	22,04	1.120,2	86.309	600	298	1,10	8.631	64.160	178.222
318 T	41.046	38,00	1.090	32,60	1.620,0	32.059	300	3.000	0,15	3.221	33.129	928
Média	95.159,70	24,08	59.939	32,63	2.903,93	62.211,10	504	5.956,35	0,95			

Fonte: Pesquisa de Campo, 2004.

TABELA 31 – BASE DE DADOS DINÂMICA (SAF e ST) – 2001 (VBP₁ e QT₁), 2002 e 2003

Ano SAF x ST	VBP	P	QT	AA	MO	ME	GE	IN	TC	DP	VBP1	QT1
201 S	40.312	0,94	42.720	24,23	1.596,0	44.749,0	300,00	5.475,0	0,49	4.474,9	28.280	48.285
202	31.476	4,20	7.499	10,17	760,3	23.611,0	300,00	2.779,0	0,61	2.361,1	14.580	7.090
203	13.145	8,83	1.488	6,90	1.420,8	10.655,0	300,00	1.450,0	0,35	1.065,5	7.280	1.410
204	17.251	0,71	24.185	6,43	503,8	6.232,3	600,00	1.271,0	1,24	623,2	10.815	18.635
205	53.212	2,99	17.789	27,48	6.462,2	12.736,0	600,00	2.179,0	0,90	1.273,6	51.049	20.431
206	4.576	1,03	4.431	4,52	518,2	2.412,5	600,00	423,0	1,21	241,3	2.748	3.315
207	20.628	8,67	2.378	12,48	494,4	6.638,2	600,00	875,0	0,10	663,8	16.705	1.728
208	92.645	0,77	120.568	25,59	1.561,0	37.611,1	600,00	7.436,5	0,33	3.761,1	47.621	98.511
209	27.985	5,45	5.133	1,95	212,3	4.354,7	600,00	250,0	1,57	435,5	9.499	2.523
210	43.585	2,77	15.709	10,39	1.149,8	59.280,7	600,00	2.862,3	0,55	5.928,1	92.810	29.899
211	51.701	3,16	16.384	13,38	837,1	75.757,3	600,00	4.000,0	0,62	7.575,7	90.164	32.862
212	56.069	8,21	6.828	22,12	1.091,5	30.204,4	600,00	3.889,0	0,79	3.020,4	28.274	5.282
213	16.397	2,46	6.653	8,42	633,1	14.557,0	600,00	1.809,0	0,79	1.455,7	6.262	7.259
214	76.892	4,54	16.932	10,67	685,2	31.510,8	600,00	2.791,0	1,27	3.151,1	23.317	13.420
215	89.823	2,14	42.018	5,53	427,4	7.060,0	600,00	705,0	1,10	706,0	76.372	40.224
216	47.705	4,33	11.024	6,34	466,5	19.445,8	600,00	2.249,0	0,50	1.944,6	15.129	10.016
217	9.477	0,71	13.341	5,64	388,3	102.778,0	600,00	1.090,0	2,29	10.277,8	7.373	10.533
218	42.717	2,30	18.540	22,25	5.831,4	20.497,5	600,00	1.700,0	0,70	2.049,8	38.880	19.959
219	117.476	1,63	72.250	55,26	2.242,2	52.261,8	600,00	8.557,0	0,60	5.226,2	89.438	71.695
220	58.528	4,14	14.141	37,20	1.676,0	25.888,5	600,00	3.345,0	0,52	2.588,9	44.074	21.251
221	166.083	1,67	99.323	50,49	2.533,5	64.049,8	450,00	9.240,0	0,56	6.405,0	150.382	87.271

222	53.118	1,58	33.527	26,10	6.236,4	16.796,0	600,00	1.951,0	1,33	1.679,6	32.899	25.180
223	91.048	1,92	47.515	24,14	1.525,9	49.527,4	300,00	5.190,0	1,47	4.952,7	30.726	35.754
224	23.656	2,43	9.735	8,33	524,4	25.571,0	300,00	3.000,0	0,53	2.557,1	13.312	8.614
225	53.399	0,37	142.928	12,08	680,10	24.914,2	300,00	2.334,0	0,78	2.491,4	52.154	125.868
301 S	51.032	0,91	55.817	24,23	1.596,0	67.312,0	300,00	6.600,0	0,64	6.731,2	40.312	42.720
302	23.750	3,46	6.873	10,17	760,3	35.514,0	300,00	3.332,0	0,60	3.551,4	31.476	7.499
303	12.322	9,50	1.297	6,90	1.420,8	16.027,0	300,00	1.700,0	0,31	1.602,7	13.145	1.488
304	20.680	0,64	32.115	6,43	503,8	5.609,1	600,00	1.585,0	1,63	560,9	17.251	24.185
305	83.848	2,65	31.615	27,48	6.462,2	11.462,2	600,00	2.615,0	1,65	1.146,2	53.212	17.789
306	5.945	0,95	6.239	4,52	518,2	2.171,3	600,00	522,0	1,66	217,1	4.576	4.431
307	23.983	9,85	2.434	12,48	494,4	5.974,4	600,00	1.050,0	0,10	597,4	20.628	2.378
308	66.280	0,47	142.249	27,09	1.568,5	32.467,1	600,00	8.018,0	0,36	3.246,7	92.645	120.568
309	30.684	4,99	6.150	1,95	212,3	3.540,0	600,00	310,0	2,13	354,0	27.985	5.133
310	32.770	2,14	15.302	10,39	1.149,8	48.190,1	600,00	3.348,7	0,72	4.819,0	43.585	15.709
311	60.903	2,74	22.230	13,38	837,1	55.972,6	600,00	4.600,0	0,93	5.597,3	51.701	16.384
312	51.685	7,67	6.736	22,12	1.091,5	27.114,3	600,00	4.218,0	0,78	2.711,4	56.069	6.828
313	36.235	3,11	11.639	11,18	832,3	22.304,2	600,00	3.519,0	0,79	2.230,4	16.397	6.653
314	61.720	4,12	14.995	10,67	685,2	28.287,2	600,00	2.871,0	1,18	2.828,7	76.892	16.932
315	96.317	2,33	41.400	5,53	427,4	6.337,8	600,00	743,0	1,07	633,8	89.823	42.018
316	38.729	3,49	11.103	6,34	466,5	17.456,5	600,00	2.720,0	0,52	1.745,7	47.705	11.024
317	10.410	0,73	14.235	6,58	449,3	114.197,0	600,00	1.765,5	2,48	11.419,7	9.477	13.341
319	51.331	2,76	18.623	22,25	5.831,4	19.939,3	600,00	2.000,0	1,03	1.993,9	42.717	18.540
319	101.648	1,48	68.661	55,26	2.242,2	62.952,2	600,00	9.117,0	0,60	6.295,2	117.476	72.250
320	79.268	2,32	34.122	37,20	1.676,0	34.976,6	600,00	4.080,0	1,15	3.497,7	58.528	14.141

321	190.589	1,50	126.860	50,49	2.534,5	59.408,0	450,00	11.299,0	0,72	5.940,8	166.083	99.323
322	67.617	1,29	52.268	26,10	6.236,4	15.113,0	600,00	1.957,0	1,70	1.511,3	53.118	33.527
323	84.267	1,20	69.994	24,14	1.525,9	45.385,7	300,00	5.840,0	1,80	4.538,6	91.048	47.515
324	27.170	2,58	10.545	8,33	524,4	38.464,0	300,00	3.600,0	0,50	3.846,4	23.656	9.735
325	89.311	0,50	177.874	12,08	680,1	23.529,9	300,00	2.885,0	1,42	2.353,0	53.399	142.928
201 T	68.589	4,34	15.804	4,50	292,5	24.642	300,00	2.300,0	1,10	2.464,2	37.161	11.686
202	101.600	5,58	18.250	10,00	510,0	20.811	600,00	2.850,0	2,22	2.081,1	32.709	16.910
203	21.808	58,00	376	19,20	566,4	3.793	600,00	700,0	0,05	379,3	19.170	355
204	38.305	5,58	6.890	7,00	510,0	23.631	600,00	1.425,0	1,19	2.363,1	13.560	7.005
205	59.164	87,00	681	40,58	5.490,1	23.569	600,00	1.790,0	1,24	1.356,6	56.110	660
206	95.129	5,80	16.400	14,50	900,0	32.442	600,00	5.000,0	1,37	3.244,0	42.328	20.841
207	16.896	0,53	31.889	9,50	1.680,0	35.787	300,00	3.010,0	1,14	3.570,8	12.254	32.224
208	22.520	88,00	255	15,50	1.650,0	17.123	600,00	1.729,0	2,30	1.712,3	22.270	265
209	46.867	6,70	6.995	1,80	145,0	12.297	300,00	980,0	1,21	1.229,7	22.253	6.954
210	66.200	5,54	11.953	10,15	700,0	39.349	300,00	3.100,0	1,30	3.935,4	23.559	12.145
211	18.301	0,31	69.564	6,90	324,0	10.228	300,00	1.200,0	1,26	1.022,8	20.096	66.987
212	31.200	0,33	94.563	17,00	840,0	31.960	300,00	3.750,0	1,26	3.196,6	29.241	104.450
213	77.705	185,00	420	70,50	3.580,2	137.480	600,00	5.525,5	0,07	13.740,8	72.800	400
214	31.660	214,00	149	12,70	648,0	21.690	600,00	1.500,0	0,07	2.169,0	29.400	147
215	31.500	125,00	252	34,00	944,0	45.058	600,00	600,0	0,07	4.505,8	29.520	240
216	35.768	0,60	59.614	3,60	196,0	59.330	300,00	13.500,0	1,12	5.933,0	31.793	58.876
217	64.160	0,36	178.222	20,04	1.120,2	90.548	600,00	255,0	1,09	10.548,8	60.350	177.500
218	33.129	36,00	928	32,60	1.620,0	21.312	300,00	2.500,0	0,13	2.131,1	29.750	850
219	34.889	4,34	8.039	2,50	162,5	10.654	300,00	1.250,0	1,00	1.065,4	13.038	4.100

220	30.185	4,34	6.955	2,00	130,0	13.988	300,00	1.050,0	1,09	1.398,8	20.416	6.420
221	50.890	5,58	9.120	5,13	369,4	10.811	600,00	1.425,0	2,22	1.081,1	16.315	8.410
222	8.415	6,82	1.234	0,31	20,3	948	600,00	125,0	1,24	94,8	4.192	1.310
223	50.890	5,58	9.120	5,13	369,4	3.631	600,00	1.425,0	2,22	363,1	13.753	7.089
224	4.872	87,00	56	4,58	549,1	1.356	600,00	179,0	1,02	135,6	4.590	54
225	9.512	5,80	1.640	1,25	90,0	12.442	600,00	500,0	1,64	1.244,2	4.232	2.085
301 T	58.943	3,72	15.845	4,50	292,5	28.847	300,00	2.700,0	1,10	2.884,7	68.589	15.804
302	84.980	4,73	18.010	10,00	510,0	18.763	600,00	3.410,0	2,19	1.876,0	101.600	18.250
303	24.192	63,00	384	19,20	566,4	8.932	600,00	800,0	0,05	341,4	21.808	376
304	33.440	4,73	7.070	7,00	510,0	26.841	600,00	1.710,0	1,23	2.710,9	38.305	6.890
305	60.978	91,00	672	40,58	5.490,1	38.130	600,00	2.150,0	1,22	1.220,1	59.164	681
306	93.974	4,97	18.901	14,50	900,0	38.847	600,00	5.800,0	1,58	3.890,0	95.129	16.400
307	16.509	0,48	32.830	9,50	1.680,0	32.652	300,00	3.800,0	1,15	3.276,5	16.896	31.889
308	24.660	92,00	270	15,50	1.650,0	16.998	600,00	2.040,0	2,30	1.699,8	22.520	255
309	23.732	3,40	6.980	1,80	145,0	11.265	300,00	1.060,0	1,21	1.126,5	46.867	6.995
310	58.516	4,70	12.456	10,15	700,0	36.348	300,00	3.650,0	1,35	3.636,4	66.200	11.953
311	19.387	0,35	71.213	6,90	324,0	15.386	300,00	1.440,0	1,29	1.538,6	18.301	69.564
312	35.060	0,35	100.161	17,00	840,0	48.088	300,00	4.500,0	1,34	4.808,8	31.200	94.563
313	83.608	190,00	440	70,50	3.580,2	111.760	600,00	6.630,0	0,07	11.178,6	77.705	420
314	38.016	216,00	180	12,70	648,0	15.121	600,00	1.950,0	0,07	1.512,1	31.660	149
315	33.528	127,00	264	34,00	944,0	41.058	600,00	720,0	0,08	4.105,8	31.500	252
316	38.293	0,65	58.913	3,60	196,0	57.890	300,00	17.400,0	1,12	7.789,0	35.768	59.614
317	79.134	0,44	179.851	22,04	1.120,2	86.309	600,00	297,5	1,10	8.631,1	64.160	178.222
319	41.046	38,00	1.090	32,60	1.620,0	32.059	300,00	3.000,0	0,15	3.220,5	33.129	928

319	30.690	3,72	8.250	2,50	162,5	16.026	300,00	1.500,0	1,03	1.602,6	34.889	8.039
320	25.943	3,72	6.974	2,00	130,0	12.821	300,00	1.200,0	1,09	1.282,1	30.185	6.955
321	42.428	4,73	8.970	5,13	369,4	9.730	600,00	1.710,0	2,19	973,0	50.890	9.120
322	4.314	3,44	1.254	0,31	20,3	854	600,00	150,0	1,26	85,4	8.415	1.234
323	43.374	4,73	9.170	5,13	369,4	2.719	600,00	1.710,0	2,23	271,9	50.890	9.120
324	5.187	91,00	57	4,58	549,1	1.221	600,00	215,0	1,04	122,1	4.872	56
325 T	9.397	4,97	1.891	1,25	90,0	10.114	600,00	600,0	1,89	1.011,4	9.512	1.640
Média	47.568,9	20,6	28.858,8	15,9	1.280,0	29.924,6	501,0	2.949,6	1,1	2.986,4	39.900,6	26.373,8

Fonte: Pesquisa de Campo, 2004.

APÊNDICE 2 – FORMULÁRIO E ORIENTAÇÕES DA PESQUISA DE CAMPO

I - CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE PRODUTIVA (perguntar e observar)

1.1 Nome da propriedade:.....

1.2 Localização:.....

1.3 Situação Fundiária: área titulada não titulada

1.4 Tamanho da propriedade:.....ha 1.5 Área cultivada:.....ha

1.6 Espécies cultivadas:ha (pés).....ha (pés)
.....ha (pés).....ha (pés).....ha (pés).

1.7 Acesso: Bom Regular Deficiente

1.8 Infra-estrutura existente na propriedade: Energia elétrica Poço

Galpão Armazém Paiol Casa sede

Casa de trabalhador Curral Oficina Aviário

Estrada interna.....(km)..Açude ou barragem.....Outras.....

Disponibilidade de água na propriedade: Boa Regular Deficiente

1.9 Tratores, Máquinas, Equipamentos e Animais de Trabalho:(Quantificar)

Trator de pneu.....Trator de esteira.....Arado.....

Grade.....Colheitadeira.....Roçadeira.....Semeadeira.....

Animais de trabalho..... Outros (especificar e quantificar).....

1.10 Uso atual da terra:

Especificação	Área(há)	Rendimento por ha	Produção
Lavoura perene			
Semiperene			
Temporária			
Pasto formado/nativo			
Mata/floresta			
Pousio /capoeiras			
Várzea			
Inaproveitáveis/outros			
Infra-estrutura			
Área Total			

II – CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTOR E FAMILIA

2.1 Nome (apelido).....

2.2 Naturalidade.....Idade.....Escolaridade.....

2.3 Reside na propriedade ?..... Há quanto tempo?.....

2.4.Atividade principal (Renda familiar).....

2.5 Forma de exploração ? Proprietário Arrendatário Parceiro

Meeiro Ocupante Outro

2.6 Tem experiência com as culturas que trabalha?.....Quais?.....

.....Há quanto tempo? (anos).....

2.7 Quantas pessoas da família trabalham efetivamente na propriedade?.....
 Homens.....Mulheres.....Quantos meses por ano?.....

2.8 Usa mão-de-obra contratada?.....Quantas pessoas?.....
 Quantos meses por ano?.....

III – CUSTO DE IMPLANTACAO E MANUTENÇÃO DOS CULTIVOS DO SAF

3.1 Custo de **preparo de área** do SAF (R\$ por hectare)

Preparo de Área	Unidade	Quantidade	Custo (R\$ 1,00)	
			Unitário	Total
Derrubada				
Destoca				
Enleiramento				
Catação de raízes				
Aração				
Gradagem				
Calagem				
Sub-Total				

3.2 Custo de **plantio** de cultivo **perene** do SAF (R\$ por hectare)

Plantio	Unidade	Quantidade	Custo (R\$ 1,00)	
			Unitário	Total
Marcação de covas				
Aberturas de covas				
Plantio				
Adubação				
Replantio				
Sub-Total				

3.3 Custo de **plantio** de cultivo **semiperene** do SAF (R\$ por hectare)

Plantio	Unidade	Quantidade	Custo (R\$ 1,00)	
			Unitário	Total
Marcação de covas				
Aberturas de covas				
Plantio				
Adubação				
Replanteio				
Sub-Total				

3.4 Custo de **plantio** de cultura **temporária** ou **anual** do **SAF** (R\$ por hectare)

Plantio	Unidade	Quantidade	Custo (R\$ 1,00)	
			Unitário	Total
Marcação de covas				
Aberturas de covas				
Plantio				
Adubação				
Replanteio				
Sub-Total				

3.5 Custo de **tratos culturais e insumos** do SAF (R\$ por hectare)

Discriminação	Unidade	Quantidade	Custo (R\$ 1,00)	
			Unitário	Total
<u>Tratos culturais</u>				
Capina e/ou roçagem				
Coroamento				
Adubação				
Cobertura morta				
Pulverização				
<u>Insumos</u>				
Calcário				
Sementes				
Mudas				
Adubos				
Defensivos				
Sub-Total				

IV – CUSTO DE COLHEITA, ARMAZENAGEM E TRANSPORTE DO SAF

(R\$/Ha):

Discriminação	Unidade	Quantidade	Custo R\$ 1,00)	
			Unitário	Total
<u>Colheita ou corte</u>				
Cultivo perene				
Cult. semiperene				
Cult. temporário				
<u>Armazenagem</u>				
Produto perene				
Prod. semiperene				
Prod. temporario				
<u>Transporte</u>				
Produto perene				
Prod. semiperene				
Prod. temporário				
Sub-Total				

Cultivo	Colheita			Armazenagem		Transporte		
	Manual	Mecan.	Época	Tipo	Época	Trator	Caminhão	Outro

V – SISTEMA DE CRIAÇÃO

Tipo	Qtd	Custos (R\$ 1,00)					Vendas (R\$ 1,00)
		Ração	Mineral	Vac.	Outros	Total	
Aves							
Bovinos							
Suínos							
Outros							
Total							

VI - RECEITA DA PRODUÇÃO DO SAF (R\$ por hectare):

Receita da Produção	Unidade	Quantidade	Valor (R\$ 1,00)	
			Preço Unitário	Total
Cultivo perene				
Cultivo semiperene				
Cultivo temporário				
Criação animal				
Impostos				
Perdas				
Sub-Total				

II - INFORMAÇÕES ADICIONAIS SOBRE OS SAF:

Espécies Exploradas (vegetal ou animal)	Espaçamento	Idade	Rendimento	Qtd	Valor (R\$ 1,00)

VIII – ORÇAMENTO DE CULTIVO ISOLADO OU TRADICIONAL (NÃO-SAF)

Discriminação	Unidade	Quantidade	Custo ou Valor (R\$ 1,00)	
			Unitário	Total
1 Preparo de área Derrubada Destoca Enleiramento Catação de raízes Aração Gradagem Calagem				
2 Plantio Marcação de covas Aberturas de covas Plantio e adubação Replantio				
3 Tratos culturais Capina/Rocagem Coroamento Adubação Cobertura morta Pulverização				
5 Colheita e Transporte Colheita/ Corte Transporte				
6 Insumos Calcário Sementes/ Mudas Adubo Defensivos				
Sub-Total				
Total de Custos				

Receita da Produção				
Impostos				
Perdas				

IX- COMERCIALIZAÇÃO

9.1 Processo de comercialização

Produto	Processo de comercialização			
	Venda direta	Intermediário	Cooperativa	Outro

9.2 Como o (a) Sr (a) obtém informações sobre preços de produtos e das melhores oportunidades de produção?.....

.....

.....

9.3 A venda é a prazo ou a vista?.....

9.4 A entrega do produto é na propriedade ou no local de destino do comprador?.....

9.5 Há alguma perda no processo de comercialização?.....Quanto?.....%.

9.6 Pesquisar na sede do município:

- a) Preço pago aos produtores dos principais produtos identificados nas propriedades visitadas.
- b) Preço do frete propriedade a sede do município, da sede do município a Belém, e da sede do município a outro município de maior transação comercial.

X – ASSISTÊNCIA TÉCNICA

10.1 Quando o (a) Sr (a) precisa de assistência técnica onde a obtém?.....

10.2 Para problemas relacionados com as práticas agrícolas, a quem o (a) Sr (a) recorre para auxiliá-lo (a)?.....

10.3 Participação em sistemas associativistas: Cooperativa..... Associação de Produtores..... Sindicato de Produtores..... Movimento de Mulheres.....
 Clube de Jovens..... Outro (especificar).....

10.4 Qual o meio de comunicação que o Sr (a) usa na comunidade?
 Correio?.....Radio?.....Telefone?.....Outro?.....

XI – OUTRAS INFORMAÇÕES RELEVANTES:

Tomé-Açu, de de 2004.
 Ass. _____

ORIENTAÇÕES SOBRE A PESQUISA DE CAMPO

TOMÉ-AÇU/PA.

1. OBJETIVO:

Levantar série histórica de dados junto a Cooperativa (CAMTA) e as unidades produtivas (produtores) sobre custo de produção e receitas dos sistemas agroflorestais (SAF) e de cultivos solteiros (sistemas tradicionais), com vistas a estimar o valor bruto da produção e o nível de risco em cada um desses sistemas.

2. EXPLICAÇÃO:

O risco, tanto nos SAF quanto nos sistemas tradicionais de produção, pode ocorrer em função de vários fatores, dentre os quais podem ser citados os seguintes: variação nos preços, uso inadequado de recursos ou fatores de produção, baixo nível tecnológico e problemas bioclimáticos.

No nosso caso, precisamos levantar dados sobre o fluxo de receitas e custos, tanto dos SAF como dos sistemas tradicionais, a fim de verificar em que medida os fatores de produção (área cultivada, mão-de-obra contratada, adubos e defensivos, máquinas e equipamentos, mão-de-obra familiar e tecnologia) afetam o nível de produto. Por isso, precisamos de série de dados temporais, ou seja, de uma série de receitas e custos de cada sistema de produção, ano a ano, desde sua fundação ou implantação até hoje.

O SAF se caracteriza pelo plantio e manejo de dois ou mais cultivos (desde que um deles seja de ciclo longo), cultivos esses que, em conjunto, apresentem vantagens econômicas, sociais e bioecológicas, comparativamente ao cultivo solteiro.

Ao levantar os dados devemos atentar para a escolha de SAF com diferentes idades, ou seja, devemos ter sistemas com três anos, cinco, oito, dez, quinze ou mais anos de implantação, não importa. O importante é que tenhamos dados que sejam os mais precisos possíveis.

Outro aspecto importante é que o SAF pode ter três (ou mais) cultivos de ciclos distintos (ciclo longo, médio e curto), mas pode, também, ter cultivos de apenas dois ciclos (Ex: Andiroba, de ciclo longo, com cacau, de ciclo médio). O que não pode existir é SAF sem cultivo de ciclo longo (espécie florestal) e sem a combinação com outro cultivo de ciclo médio ou de ciclo curto.

Além disso, devemos atentar para outro aspecto relevante: numa unidade de produção pode existir mais de um tipo de SAF. Isso pode ser identificado mediante observação duas ou mais combinações diferentes de cultivos, com distintos padrões de manejo. Também pode existir num SAF a criação de bovinos, ovinos ou caprinos e, em alguns casos, até de piscicultura.

3. PRAZO DA PESQUISA:

Cinco dias (semana de 02 a 06 de fevereiro). Nesse período deveremos obter dados relativos a, pelo menos, 15 SAF e 15 sistemas tradicionais de produção, ou seja, temos que preencher 30 questionários no mínimo, para que se consiga uma amostra e uma série de dados consistente para análise.

4. VARIÁVEIS RELEVANTES DA PESQUISA (sobre cada um dos sistemas):

Y = valor bruto da produção (**receita**), expressa em reais (R\$);

X₁ = **área de terra efetivamente cultivada**, expressa em hectares (Ha);

X₂ = **mão-de-obra familiar**, expressa em homens/dia (h/d);

X₃ = valor dos tratores, máquinas e equipamentos de uso agrícola, expresso em reais (R\$);

X₄ = Valor dos insumos (adubos e defensivos) utilizados na produção, expresso em reais (R\$);

X₅ = valor da mão-de-obra contratada, expresso em reais (R\$);

X₆ = nível de tecnologia adotado no sistema, expresso pelos parâmetros: 1(nível baixo); 2 (regular); 3 (bom); ou 4 (avançado). Tais parâmetros estão correlacionados com os anos de experiência do produtor na agricultura, com a assistência técnica recebida e com as práticas agrícolas adotadas pelo produtor, fatores esses que refletem a produtividade do sistema.

5. PRODUTORES SUGERIDOS PELA CAMTA:

1) Sr. Michinori Konagano; 2) Sr. Jorge Itó (SAF + tradicional); 3) Sr. Seiyá (Castanha + Cacau); 4) Sr. Sasahara (SAF + tradicional); 5) Sr. Mikio Nagay do Canindé (Andiroba + Cacau); 6) Sr. Onuk Mitsuharu; 7) Sr. Silvio Shibata (4 bocas); 8) Sr. Takamatsu (vizinho do Shibata); 9) Sr. Jorge Takahashi; 10) Sr. Wataru Sakaguchi; 11) Sr. Koshi Mineshita; 12) Sr. Tamio Ito; 13) Sr. Noriaki Arai; 14) Sr. Valter Oppata; 15) Sr. Mashashi Miyagawa; 16) Sr. Yuko Sasaki (Fone 91127113 - Pai da Amélia - 99426682).

6. BASES DE APOIO LOGÍSTICO E TÉCNICO:

- a) Yamaki Plaza Hotel – Av. Benigno Góes Filho, 125 – Fone (91) 3727 1501.
Tomé-Açu, Pará (Falar com a Lú sobre reserva já feita de 2 apartamentos).
- b) CAMTA – Cooperativa Agrícola mista de Tomé-Açu

Fones: 3734 1136/1084/2012. Falar com o Sr. Michinori Konagano – Diretor da CAMTA (o Sr. Michinori colocou um técnico da CAMTA a nossa disposição para acompanhar ou assessorar as equipes de pesquisa).

c) V. L. B Consultoria – Quintino Bocaiúva, 793 – Belém, Pará. Fones: 2233547 – 99899020; Fone/Fax: 2302594.

7. OUTRAS INFORMAÇÕES:

O roteiro das unidades produtivas a serem visitadas pelas equipes de campo deverá ser entregue pelo Sr. Michinori na segunda-feira, dia 02/02, as 9:00 H na CAMTA, em 4 Bocas. Além desse roteiro, deveremos receber também os relatórios da CAMTA sobre cada um dos produtores a serem visitados, a exemplo do relatório sobre um produtor cooperado que já se encontra na sua pasta de trabalho.

APÊNDICE 3 – NOMES CIENTÍFICOS DAS ESPÉCIES VEGETAIS E ANIMAIS

NOMES CIENTÍFICO DAS EPÉCIAS VEGETAIS E ANIMAIS

Acerola	<i>Malpighia puniceifolia</i>
Açaí	<i>Euterpe olerácea</i>
Andiroba	<i>Carapa guianensis</i>
Arroz	<i>Oryza sativa</i>
Babaçu	<i>Orbignya phalerata</i>
Bacuri	<i>Platonia insignis</i>
Banana	<i>Musa spp</i>
Braquiarião	<i>Brachiaria brizantha</i>
Cacau	<i>Theobroma cacao</i>
Café do Sul	<i>Coffea arábica</i>
Café robusta	<i>Coffea canephora</i>
Caju	<i>Anacardium occidentale</i>
Cana-de-açúcar	<i>Saccharum officinarum</i>
Castanha-do-Brasil	<i>Bertholetia excelsa</i>
Coco	<i>Cocus nicufera</i>
Copaíba	<i>Copaifera spp</i>
Cumarú	<i>Dipterix odorata</i>
Cupuaçu	<i>Theobroma grandiflorum</i>
Eucalipto	<i>Eucalyptus tereticornis</i>
Dendê	<i>Elaeis guineensis</i>
Feijão do Sul	<i>Phaseolus sp</i>
Feijão da colônia	<i>Vigna sp</i>
Freijó	<i>Cordia sp</i>
Gado	<i>Bos taurus, Bos indicus</i>
Goiabeira	<i>Psidium guyava</i>
Graviola	<i>Anona muricata</i>
Guaraná	<i>Paullinia cupana</i>
Ipê roxo	<i>Tabebuia serratifolia</i>

Jatobá	<i>Hymenaea oblongifolia</i>
Jenipapo	<i>Genipa americana</i>
Limoeiro	<i>Citrus sp</i>
Mandioca	<i>Manihot utilíssima</i>
Manga	<i>Mangifera indica</i>
Mangostão	<i>G. mangustona</i>
Maracujá	<i>Passiflora edullis</i>
Marupá	<i>Simaruba amara</i>
Melancia	<i>Citrullus vulgaris</i>
Melão	<i>Cucumis meo</i>
Milho	<i>Zea mays</i>
Mogno	<i>Swietenia macrophylla</i>
Nim	<i>Azadirachta indica</i>
Paricá	<i>Schizolobium amazonicum</i>
Pimenta-do-reino	<i>Piper nigrum</i>
Pinheiro	<i>Pinus caribea</i>
Puerária	<i>Pueraria phaseoloides</i>
Pupunha	<i>Bactris gasipaes</i>
Quicuío-da-Amazônia	<i>Brachiaria humidicola</i>
Seringueira	<i>Hevea brasiliensis</i>
Soja	<i>Glycine hispida</i>
Suíno	<i>Sus scrofo</i>
Taperebá	<i>Spondeas lútea</i>
Tatajuba	<i>Bagassa guianensis</i>
Teca	<i>Tectona grandis</i>
Urucum	<i>Bixa orellana</i>