

**COMPORTAMENTO DOS CAFEICULTORES PERANTE O RISCO:
UMA ANÁLISE DE TRÊS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DA REGIÃO
DE MARÍLIA, SP**

SILVIA JANINE SERVIDOR DE PIZZOL

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade
de São Paulo, para obtenção do título de
Mestre em Ciências, Área de Concentração:
Economia Aplicada

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Outubro - 2002

**COMPORTAMENTO DOS CAFEICULTORES PERANTE O RISCO:
UMA ANÁLISE DE TRÊS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DA REGIÃO
DE MARÍLIA, SP**

SILVIA JANINE SERVIDOR DE PIZZOL

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. **FERNANDO CURI PERES**

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade
de São Paulo, para obtenção do título de
Mestre em Ciências, Área de Concentração:
Economia Aplicada

P I R A C I C A B A

Estado de São Paulo - Brasil

Outubro - 2002

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Pizzol, Silvia Janine Servidor de

Comportamento dos cafeicultores perante o risco : uma análise de três sistemas de produção da região de Marília, SP / Silvia Janine Servidor de Pizzol. - - Piracicaba, 2002.

150 p.

Dissertação (mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2002.

Bibliografia.

1. Análise de risco 2. Café 3. Diversificação 4. Preços agrícolas 5. Produção (economia) I. Título

CDD 338.17373

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

A meus pais, Niderci e Silvio, por todo amor, confiança e dedicação, em todos esses anos.

A Rodolfo, pelo carinho, incentivo e companheirismo.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela minha vida e constante força para minhas realizações.

Ao Prof. Fernando Curi Peres, pela orientação, estímulo e confiança.

Ao Prof. João Gomes Martines Filho, pela oportunidade de trabalhar junto aos agricultores da Região de Vera Cruz.

À Prof. e amiga Silvia Helena Galvão de Miranda, pelas sugestões e críticas que muito contribuíram para o enriquecimento do trabalho.

Ao pesquisador Luis Alberto Ambrósio, pelas sugestões para o aprimoramento da análise estatística.

Ao Prof. José Vicente Caixeta Filho, pelas valiosas sugestões durante a qualificação.

À Associação dos Fruticultores da Região de Vera Cruz, na figura de seu presidente Sr. Ângelo Domingos Rossi, pelo apoio, interesse e estímulo para a realização desta pesquisa.

À Engenheira Agrônoma Gisleine Bosquê, pela grande contribuição na caracterização de produtores, apoio técnico e, principalmente, pela amizade e carinho com que me recebeu.

Aos Engenheiros Agrônomos das Casas de Agricultura de Alvinlândia, Oscar Bressane e do EDR de Marília, pela atenção e apoio na organização dos grupos focais.

À GARCAFÉ, pelo grande auxílio na realização das entrevistas com os cafeicultores.

À todos os agricultores da região de Marília, que contribuíram com as informações necessárias para a realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pela bolsa de estudos.

Aos meus sócios e amigos Cláudio, Otávio, Rodolfo, Silvia e Simone, pela compreensão e apoio durante o período de elaboração deste trabalho.

Aos colegas de curso e funcionários do Departamento de Economia, Administração e Sociologia que direta, ou indiretamente, colaboraram para a realização desta pesquisa.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	x
RESUMO.....	xiv
SUMMARY.....	xvi
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Objetivo.....	2
1.2 Importância do problema proposto.....	3
1.3 Caracterização da região em estudo.....	7
1.4 Projeto de apoio à competitividade da cultura do maracujazeiro na região de Vera Cruz, SP.....	12
1.5 Estrutura da dissertação.....	13
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3 METODOLOGIA.....	20
3.1 Referencial teórico.....	20
3.1.1 Identificação dos sistemas de produção agropecuária na região de Marília.....	20
3.1.1.1 Grupos focais.....	24
3.1.1.2 Análise Discriminante.....	26
3.1.2 Construção da fronteira eficiente sob condições de risco.....	36
3.1.3 Determinação do coeficiente de aversão ao risco.....	42
3.2 Procedimento metodológico.....	45
3.2.1 Organização e análise dos grupos focais.....	45

3.2.2	Definição da amostra para a análise discriminante.....	50
3.2.3	Procedimentos adotados na geração das fronteiras de eficiência.....	51
3.2.3.1	Formulação dos modelos deterministas.....	52
3.2.3.2	Formulação dos modelos sob condições de risco.....	54
3.2.3.3	Análise de sensibilidade.....	56
3.2.4	Determinação dos coeficientes de aversão ao risco.....	57
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	58
4.1	Tipificação dos sistemas de produção agropecuária da região de Marília.....	58
4.1.1	Grupos focais.....	58
4.1.2	Validação dos resultados dos grupos focais através da análise discriminante.....	64
4.2	Geração das fronteiras de eficiência e cálculo dos coeficientes de aversão ao risco.....	71
4.2.1	Sistema de produção monocultura de café.....	71
4.2.1.1	Caracterização da propriedade em estudo.....	71
4.2.1.2	Modelo determinista para propriedade do sistema monocultura de café.....	73
4.2.1.3	Resultados do MOTAD para propriedade característica do sistema monocultura de café.....	84
4.2.1.4	Localização do sistema atual na fronteira de eficiência e estimativa do coeficiente de aversão ao risco.....	92
4.2.2	Sistema de produção cafeicultura e pecuária.....	95
4.2.2.1	Caracterização da propriedade em estudo.....	95
4.2.2.2	Modelo determinista para o sistema de produção cafeicultura e pecuária.....	98
4.2.2.3	Resultados do MOTAD para a propriedade característica do sistema cafeicultura e pecuária.....	108
4.2.2.4	Localização do sistema cafeicultura e pecuária na fronteira de eficiência e estimativa do coeficiente de aversão ao risco.....	115

4.2.3	Sistema diversificado de produção.....	117
4.2.3.1	Caracterização da propriedade em estudo.....	117
4.2.3.2	Modelo determinista para o sistema de produção diversificado.....	118
4.2.3.3	Resultados do MOTAD para a propriedade característica do sistema diversificado de produção.....	127
4.2.3.4	Localização do sistema diversificado de produção na fronteira de eficiência e estimativa do coeficiente de aversão ao risco.....	131
5	CONCLUSÕES.....	136
	ANEXO.....	141
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	144

LISTA DE FIGURAS

	Página
1 Ciclos plurianuais de preços do café.....	4
2 A fronteira E-V como plano ótimo da empresa agrícola.....	37
3 Taxa marginal de substituição entre retorno (R) e risco (V).....	44
4 Atividades agropecuárias predominantes nas sub-regiões do EDR de Marília.....	46
5 Fronteira de eficiência econômica para o cenário 1 do sistema monocultura de café.....	93
6 Fronteira de eficiência econômica para o cenário 2 do sistema monocultura de café.....	93
7 Fronteira de eficiência econômica para o cenário 1 do sistema de produção cafeeicultura e pecuária.....	115
8 Fronteira de eficiência econômica para o cenário 2 do sistema de produção cafeeicultura e pecuária.....	116
9 Fronteira de eficiência econômica para o cenário 1 do sistema diversificado de produção.....	132
10 Fronteira de eficiência econômica para o cenário 2 do sistema diversificado de produção.....	133

LISTA DE TABELAS

	Página
1 Evolução do valor da produção agropecuária e vegetal do EDR de Marília e da participação da cafeicultura nesses indicadores – 2ª metade da década de 90.....	4
2 Taxa de crescimento acumulada de novos plantios de culturas anuais e perenes no EDR de Marília, em 1988 a 1992; 1993 a 1997 e 1998 a 2001...	5
3 Populações totais, rurais e urbanas dos municípios que compõem o EDR de Marília, em 2000.....	7
4 Valor adicionado total e participação da agricultura neste indicador nos municípios que compõem o EDR de Marília, em 1999.....	8
5 Estrutura fundiária do Escritório de Desenvolvimento Regional de Marília, 1996.....	9
6 Número e área das propriedades rurais que detém cafeicultura nos municípios que compõem o EDR de Marília, 1996.....	10
7 Participação da população economicamente ativa e do valor da produção por setor econômico no município de Vera Cruz, SP, em 1980.....	10
8 Crescimento percentual acumulado, no período de 1981 a 2000, das populações dos municípios que compõem o EDR de Marília.....	11
9 Local, tamanho e duração dos grupos focais realizados no Escritório de Desenvolvimento Rural de Marília, 2000.....	46
10 Concentração de propriedades cafeicultoras nos municípios que compõem o EDR de Marília – 1996.....	51

11	Teste de significância univariado para as variáveis consideradas na análise discriminante.....	66
12	Resultados dos testes multivariados Wilk's Lambda e sua aproximação de F.....	66
13	Valor e proporção das raízes características.....	68
14	Coefficientes de correlação canônica para as funções discriminantes.....	68
15	Classificação das propriedades rurais dentro dos sistemas de produção da região de Marília.....	69
16	Disponibilidade de mão-de-obra (horas-homem) e máquinas agrícolas (horas-máquina) na propriedade monocultora de café, 2001/2002.....	72
17	Distribuição mensal das vendas de café pelo monocultor.....	73
18	Estimativa da distribuição mensal do beneficiamento do café, em quantidades referentes a 1 hectare de área colhida.....	74
19	Margens brutas esperadas das vendas mensais de café (R\$/saco).....	75
20	Composição atual de atividades do sistema monocultura de café e resultados do problema de maximização da margem bruta para os dois cenários analisados.....	77
21	Restrições atuantes, preço-sombra e intervalos de RHS para o modelo determinista representativo do sistema monocultura de café.....	80
22	Análise de sensibilidade dos coeficientes da função objetivo do modelo determinista para o sistema monocultura de café.....	82
23	Desvios absolutos das margens brutas das vendas mensais de café na região de Marília, SP.....	84
24	Matriz de correlações entre as margens brutas das atividades de venda mensal de café.....	85
25	Resultados do MOTAD para o cenário 1 do sistema monocultura de café....	87
26	Resultados do MOTAD para o cenário 2 do sistema monocultura de café	89
27	Composição de uma unidade vaca, em termos de unidades animais.....	96

28	Disponibilidade de mão-de-obra (horas-homem) e máquinas agrícolas (horas-máquina) na propriedade que combina cafeicultura e pecuária, 2001/2002.....	96
29	Distribuição mensal das vendas de café pelo produtor de sistema que combina cafeicultura e pecuária.....	97
30	Estimativa da distribuição mensal do beneficiamento do café para a propriedade que combina cafeicultura e pecuária.....	99
31	Composição atual de atividades para o sistema “cafeicultura e pecuária” e os resultados dos problemas de maximização das margens brutas para os cenários 1 e 2.....	101
32	Restrições atuantes, preço-sombra e intervalos de RHS resultantes dos modelos deterministas para os cenários 1 e 2 do sistema de cafeicultura e pecuária.....	104
33	Análise de sensibilidade dos coeficientes da função objetivo do modelo determinista para o sistema cafeicultura e pecuária.....	106
34	Correlações entre as margens brutas das atividades de venda mensal de café e vacas – 1997 a 2001.....	108
35	Resultados do MOTAD para o cenário 1 do sistema de produção cafeicultura e pecuária.....	110
36	Resultados do MOTAD para o cenário 2 do sistema de produção cafeicultura e pecuária.....	112
37	Disponibilidade de mão-de-obra (horas-homem) e máquinas agrícolas (horas-máquina) no sistema de produção diversificado.....	118
38	Distribuição mensal da produção de maracujá e preços médios esperados...	120
39	Composição atual de atividades do sistema diversificado e resultados da modelagem para os cenários 1 e 2.....	122
40	Restrições atuantes, preço-sombra e intervalos de RHS resultantes dos modelos deterministas para os cenários 1 e 2 do sistema de produção diversificado.....	124

41	Análise de sensibilidade dos coeficientes da função objetivo do modelo determinista para o sistema de produção diversificada.....	126
42	Desvios absolutos das margens brutas das atividades desenvolvidas no sistema diversificado de produção.....	128
43	Matriz de correlações entre as margens brutas das atividades produtivas do sistema diversificado.....	128
44	Resultados do MOTAD para o cenário 1 do sistema de produção diversificado.....	129
45	Resultados do MOTAD para o cenário 2 do sistema de produção diversificado.....	130
46	Taxas de aversão ao risco dos produtores dos sistemas “monocultura de café”, “cafeicultura e pecuária” e “produção diversificada”.....	134

COMPORTAMENTO DOS CAFEICULTORES PERANTE O RISCO: UMA ANÁLISE DE TRÊS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DA REGIÃO DE MARÍLIA, SP

Autora: SILVIA JANINE SERVIDOR DE PIZZOL

Orientador: Prof. Dr. FERNANDO CURI PERES

RESUMO

O setor primário da região de Marília tem passado por crises periódicas, em função do comportamento cíclico de preços e produção do café, sua principal atividade agropecuária. Com isso, a receita dos cafeicultores está sujeita a sensíveis oscilações a cada ano, sugerindo um elevado nível de risco econômico. Como parte do Projeto de Apoio à Competitividade Global da Cultura do Maracujazeiro na Região de Vera Cruz, SP – AFRUVEC/Bioex-CNPq essa dissertação tem como objetivo avaliar o comportamento dos cafeicultores da região de Marília na presença do risco. Uma vez que o grau de aversão ao risco dos agricultores é refletido na escolha dos planos de exploração agropecuária, inicialmente desenvolveu-se uma metodologia para identificar os sistemas de produção de café existentes na região. Essa identificação baseou-se na elaboração e análise de grupos focais e validação dos resultados através de análise discriminante. Assim, foram identificados os sistemas “monocultura de café”, “cafeicultura e pecuária” e “pequena propriedade diversificada”. Posteriormente,

selecionou-se uma propriedade típica de cada sistema para o estudo do comportamento dos agricultores perante o risco. A programação linear foi a técnica utilizada na modelagem dos sistemas de produção. Para a geração das fronteiras de eficiência, que refletem o *trade-off* entre rendimento e risco, foi empregado o MOTAD. Os resultados dessa pesquisa indicam que o produtor do sistema cafeicultura e pecuária é mais averso ao risco do que o monocultor. Esse comportamento era esperado, pois as margens brutas da pecuária são negativamente correlacionadas com as do café, indicando que a combinação dessas atividades é eficiente do ponto de vista da redução do risco. No entanto, constatou-se que o pequeno produtor diversificado é menos averso ao risco do que o monocultor, contrariando as hipóteses iniciais do trabalho. Esse comportamento pode ser explicado pela estratégia de diversificação adotada pelo agricultor, que optou por investir em diversas espécies frutíferas e na cafeicultura. Grande parte das frutas possui maior grau de risco que o café e, além disso, muitas dessas atividades são positivamente correlacionadas, o que reduz a eficiência da diversificação na minimização dos riscos do sistema. Com isso, pode-se afirmar que o objetivo principal da diversificação da pequena propriedade é a elevação da margem bruta do sistema, pois somente com a cafeicultura o produtor não obteria renda suficiente para permanecer na atividade. A grande contribuição dessa pesquisa é mostrar e divulgar a situação dos pequenos cafeicultores, a importância da diversificação para os mesmos e abrir espaço para a realização de outros estudos na região de Marília. É muito importante que futuras pesquisas levantem alternativas de cultivo para elevar a renda dos pequenos produtores da região, considerando estudos de mercado e identificação de canais de comercialização. Por outro lado, também seria interessante aprofundar o estudo da situação dos pequenos produtores inseridos em outros sistemas que não incluam a cafeicultura, para se ter uma visão mais abrangente dos problemas enfrentados e definir ações efetivas para o desenvolvimento regional.

COFFEE FARMER'S BEHAVIOR FACING RISK: AN ANALYSIS OF THREE PRODUCTIONS SYSTEMS OF MARILIA'S REGION, SP

Author: SILVIA JANINE SERVIDOR DE PIZZOL

Adviser: Prof. Dr. FERNANDO CURI PERES

SUMMARY

Marília's region primary sector has passed for periodic crises because of coffee prices and cyclical production behavior. The coffee farmers' income is subject to sensible oscillations each year, suggesting a high level of economic risk. As part of the Passion Fruit Global Competitiveness Support Project in the region of Vera Cruz, SP – AFRUVEC/Bioex-CNPq, the objective of this thesis is to evaluate risk behavior of the Marília's region coffee farmers. Once the degree of farmers' aversion to risk is reflected in the choice of the farming plans, a methodology was initially developed to identify the coffee production systems in the region. This identification was based on focus groups analysis and the results validated through discriminant analysis. Thus, three production systems were identified: "single crop farm coffee", "coffee and cattle" and "small diversified farm". A typical farm for each system was selected for analysing farmers' behavior in the presence of risk. Linear programming technique was used for modeling production systems. MOTAD was used for generating the efficiency frontiers that reflect the trade-off between income and risk. The results indicate that the farmer of "coffee and

cattle“ system is more averse to risk than that of the “single crop farm”. This was an expected behavior, because cattle gross margins are negatively correlated to the coffee ones, indicating that the combination of these activities is efficient in reducing risk. However, it was shown that the small diversified farmer is less averse to risk than the “single crop farm”, as opposed to the initial hypotheses of the study. This behavior can be explained by the diversification strategy adopted by the farmer which has chosen to invest in a variety of fruit crops species and coffee. A great part of fruit crops have higher risk degree than the coffee crop, and many of these activities are positively correlated, what reduces the diversification efficiency in the quest of minimum system risk. So it can be stated that the main objective of the small farm diversification system is raising the gross margins, because the farmer would not earn enough income to remain in the activity by just cropping coffee. The major contribution of this research is to show and divulge the importance of the diversification for small coffee farmers. It is very important that future researches could provide farm alternatives to raise the income of small farmers of the region, considering market studies and identification of trading channels. On the other hand, it would also be interesting to deepen the analysis of the situation of small producers in other systems which not include coffee, to have a wider vision of the problems and to define effective actions to ensure the regional development.

1 INTRODUÇÃO

Risco e incerteza são características marcantes da produção agrícola, em função da instabilidade climática, surgimento e rápida disseminação de pragas e doenças e elevada variabilidade dos preços dos produtos agropecuários. Um dos motivos dos agricultores permanecerem na atividade perante tantas dificuldades é que a maioria das situações que envolvem alto risco é também potencialmente lucrativa. Geralmente, os agricultores possuem informação sobre os possíveis resultados e alguma percepção daqueles com maior probabilidade de ocorrência. Com esse raciocínio, pode-se inferir que o processo de tomada de decisão de um agricultor depende da análise dos possíveis resultados e de seu comportamento pessoal frente ao risco.

Definir estratégias que auxiliem os produtores a reduzirem o risco intrínseco à atividade agrícola envolve o entendimento de como esse fator afeta suas decisões referentes aos planos de exploração agropecuária. Alguns estudos sugerem que os agricultores são avessos ao risco, isto é, procuram alocar seus recursos de forma a não somente maximizar suas receitas, como também reduzir o risco com que se deparam no dia a dia (Anderson et al., 1977; Shapiro et al, 1993; Backus et al.,1997, entre outros). A diversificação de atividades dentro da propriedade, o monitoramento constante das condições climáticas e adoção de estratégias de comercialização que reduzam a flutuação dos preços são as tentativas mais comuns de redução de risco e incertezas por parte dos produtores rurais.

O objeto de estudo dessa dissertação é o comportamento dos cafeicultores da região de Marília, na presença do risco. O fato da cultura do café, principal atividade agrícola da região em estudo, apresentar comportamento distinto de preços e produção ao longo dos anos resulta em sensíveis oscilações nas receitas dos produtores, caracterizando uma situação de elevado risco. Evidências empíricas demonstram que muitos cafeicultores procuraram diversificar suas atividades, principalmente nas fases de preços descendentes do café, em busca da redução do risco. Por outro lado, parte dos agricultores da região de Marília permaneceu investindo apenas na monocultura de café, mesmo frente às oscilações periódicas de receita. Esse cenário ilustra a diversidade de comportamentos perante o risco, a qual deve ser estudada e considerada antes de qualquer definição de estratégias para a exploração agropecuária regional.

O grau de aversão ao risco dos agricultores é refletido na escolha dos planos de exploração da propriedade agrícola, isto é, cada sistema de produção reflete um diferente comportamento perante o risco. Desta forma, o primeiro passo dessa pesquisa será a identificação dos sistemas de produção de café da região de Marília e para tanto será utilizada uma metodologia, envolvendo análises qualitativa e quantitativa. Tipificados os sistemas de produção de café, serão selecionados um agricultor atuante em cada sistema, para o qual será calculado e analisado o coeficiente de aversão ao risco.

1.1 Objetivo

O objetivo geral do presente trabalho é caracterizar o comportamento dos cafeicultores da região de Marília¹ na presença do risco, permitindo futuros estudos de alternativas viáveis para a agropecuária regional e contribuindo para que (a) os produtores venham a ter novas alternativas de renda para sobreviver às fases de queda de

¹ Para efeito deste trabalho, a região de Marília abrange os municípios integrantes do Escritório de Desenvolvimento Rural (EDR) de Marília, divisão administrativa implantada pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. São eles: Álvaro de Carvalho, Alvinlândia, Fernão, Gália, Garça, Lupércio, Marília, Ocaucu, Oriente, Oscar Bressane, Pompéia, Quintana e Vera Cruz.

preços das culturas tradicionais; (b) seja reduzido o incremento do êxodo rural da região e (c) seja garantida a sustentabilidade dos processos produtivos escolhidos.

São objetivos específicos:

- ✓ apresentar um método para identificar os sistemas de exploração agropecuária da região de Marília, onde a cafeicultura está presente;
- ✓ gerar a fronteira de eficiência atual que reflete o *trade-off* entre os rendimentos e os riscos dos sistemas produtivos e obter os coeficientes de aversão ao risco dos produtores.

1.2 Importância do problema proposto

O interesse por essa pesquisa surgiu da observação das crises periódicas que têm afetado o setor primário da região de Marília, conseqüência do comportamento cíclico de preços e produção do café, seu principal produto agrícola. Segundo o Instituto de Economia Agrícola, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo – IEA/SAA, entre 1996 e 2000, a cafeicultura respondeu, em média, por 27% do valor da produção agropecuária do Escritório de Desenvolvimento Rural (EDR) de Marília. Quando são analisadas apenas as atividades agrícolas da região, a relevância da cafeicultura é ainda mais expressiva, pois foi responsável por 55% do valor da produção vegetal daquele EDR, no período considerado (Tabela 1).

Tabela 1. Evolução do valor da produção agropecuária e vegetal do EDR de Marília e da participação da cafeicultura nesses indicadores – 2ª metade da década de 90.

Ano	Valor da Produção Agropecuária		Valor da Produção Vegetal	
	Milhões R\$	Participação Cafeicultura (%)	Milhões R\$	Participação Cafeicultura (%)
1996	134,24	27	71,46	50
1997	159,61	26	80,81	52
1998	171,88	30	93,48	55
1999	175,80	28	81,93	58
2000	201,78	26	87,23	59

Fonte: IEA/SAA

A cultura do café apresenta comportamento distinto de preços e produção ao longo dos anos, formando ciclos plurianuais, conforme ilustrado na Figura 1. Segundo Bacha (1998), esses ciclos iniciam-se com produção decrescente e preços em ascensão e apresentam uma segunda fase de produção crescente e preços em queda. Além dos ciclos plurianuais de preço e produção, as adversidades climáticas (geadas, secas ou excesso de chuvas) fazem com que a produção e, conseqüentemente, os preços do café sofram oscilações aleatórias. A fisiologia da planta, por outro lado, é responsável pela oscilação bienal da produção. Na Figura 1 pode-se observar que os períodos de 1977 a 1983 e 1986 a 1993 caracterizaram fases de preços descendentes do ciclo plurianual do café e que em 1998 foi iniciado um novo intervalo de baixos preços.

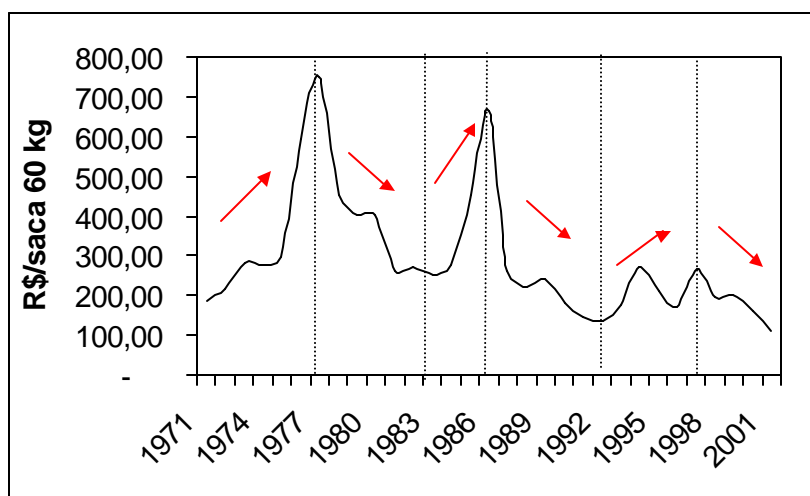


Figura 1 - Ciclos plurianuais de preços do café.

Fonte: IEA/SAA

Assim, a receita dos produtores rurais da região de Marília está sujeita a oscilações bruscas a cada ano. Anderson et al., (1977) admitem que existe uma preocupação por parte dos agricultores em não apenas tentar atingir maiores níveis de renda, mas também em incorrer em menores riscos. Esta proposição pode ser considerada verdadeira para a região em estudo, face à busca de alguns produtores por culturas alternativas durante a fase de preços baixos do café. A Tabela 2 demonstra a redução e o crescimento dos novos plantios de café, respectivamente, nas fases de baixos e altos preços. Também ilustra que a fruticultura foi a atividade que apresentou uma das maiores taxas de crescimento de novos plantios nos períodos de preços descendentes do café, enquanto que, na fase de preços ascendentes desse produto, a instalação de novos pomares foi reduzida. Informações de agricultores e profissionais ligados à agropecuária da região de Marília corroboram a tendência de adoção da fruticultura como atividade alternativa e/ou complementar à cafeicultura, conforme sugerido pelos dados da Tabela 2.

Tabela 2. Taxa de crescimento acumulada de novos plantios de culturas anuais e perenes no EDR de Marília, em 1988 a 1992; 1993 a 1997 e 1998 a 2001.

	1988 a 1992 ¹	1993 a 1997 ²	1998 a 2001 ³
Amendoim	-22%	-11%	-20%
Arroz	-23%	-50%	-99%
Café	-113%	146%	-75%
Feijão	-15%	-50%	-60%
Fruticultura	17%	-12%	5%
Mandioca	28%	63%	2%
Milho	-29%	-3%	-35%
Pastagens	6%	9%	1%
Seringueira	23%	-58%	-113%

Fonte: IEA/SAA

¹ parte da fase de preços descendentes do café, compreendida entre 1986 e 1993

² fase de preços ascendentes do ciclo plurianual do café

³ fase de preços descendentes do ciclo plurianual do café

Entre as frutas cultivadas na região, o maracujá destacou-se como ótima alternativa de complementação de renda para os produtores do EDR de Marília, durante parte do período de preços baixos do café (1988 a 1992), pois foi a cultura com uma das

maiores taxas de crescimento de novos plantios (316%). O cultivo dessa fruta gera receita durante nove meses no ano e, além disso, é altamente viável, apresentando uma elevada taxa interna de retorno, conforme demonstrado no trabalho de Pizzol et al. (1999).

A expansão do cultivo de maracujá permitiu a criação, e simultaneamente foi estimulada, pela Associação dos Fruticultores da Região de Vera Cruz (AFRUEVC). Esta Associação abrangia os municípios de Avaí, Fernão, Gália, Garça, Jafa, Lucianópolis, Marília, Oriente, Pirajuí, Presidente Alves, Ribeirão do Sul e Vera Cruz e já foi a principal produtora de maracujá do estado de São Paulo, com uma produção de, aproximadamente, 3.000 toneladas na safra 1998/99. No período de novembro de 1997 a junho de 1998, o total comercializado pela AFRUEVC foi equivalente a, respectivamente, 40% e 16% do maracujá comercializado pela CEASA Campinas e pelo entreposto da capital da CEAGESP. Entretanto, atualmente, os produtores da região de Marília também vêm enfrentando sérios problemas com o cultivo do maracujazeiro, pois esta é uma cultura nômade e, quando é cultivada por vários anos seguidos no mesmo local, apresenta diversos problemas fitossanitários que elevam a demanda por defensivos e acabam por inviabilizar seu cultivo. A situação dos produtores tornou-se ainda mais crítica com a elevação dos preços dos defensivos agrícolas, devido à mudança no regime cambial brasileiro, em janeiro de 1999. Segundo Pizzol & Carvalho (2000), com a alta dos preços desses insumos, o custo de produção de maracujá na região de Marília apresentou uma elevação de cerca de 14%. Todas essas adversidades resultaram na redução do cultivo de maracujá no EDR, pois, no período de 1998 a 2001, os novos plantios dessa fruta decresceram em 57%.

Por todas essas razões, a AFRUEVC vem demandando trabalhos que indiquem alternativas para a manutenção da renda dos agricultores da região de Marília, frente ao comportamento cíclico da cafeicultura. Essa associação está especialmente interessada em ter acesso a um menu de produtos para cultivo na região que aloque os recursos disponíveis de maneira ótima, minimizando a volatilidade da receita dos

agricultores. Não obstante, um trabalho de identificação de planos de exploração agropecuária pode não gerar resultados aplicáveis se não forem considerados os diferentes sistemas de produção existentes em uma região e o comportamento dos agentes desses sistemas na presença do risco.

1.3 Caracterização da região em estudo

Trabalhos que busquem soluções para a manutenção da receita dos produtores rurais da região de Marília possuem grande utilidade, em função da relevância social e econômica da produção agropecuária para as populações desses municípios. Levantamentos realizados pela Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados – SEADE, em 2000, revelam que, com exceção do município de Marília (que responde por mais de 50% da população total da região e onde a taxa de urbanização é elevada (96%)), os outros integrantes do EDR analisado possuem, juntos, 19% de suas populações vivendo no meio rural. Alguns municípios, como Álvaro de Carvalho, Fernão e Lupércio chegam a ter cerca de 40% a 50% de suas populações residindo na zona rural (Tabela 3).

Tabela 3. Populações totais, rurais e urbanas dos municípios que compõem o EDR de Marília, em 2000.

Município	População Total (habitantes)	População Rural (%)	População Urbana (%)
Álvaro de Carvalho	4.206	40	60
Alvinlândia	2.865	14	86
Fernão	1.406	50	50
Gália	7.726	29	71
Garça	43.283	16	84
Lupércio	4.231	50	50
Marília	200.843	4	96
Ocaçu	4.154	30	70
Oriente	5.778	14	86
Oscar Bressane	2.545	25	75
Pompéia	18.260	8	92
Quintana	5.459	10	90
Vera Cruz	11.056	17	83
Total EDR	311.812	9	91

Fonte: Fundação SEADE

A importância do setor primário para as economias que compõem o EDR de Marília também pode ser avaliada pela sua participação no Produto Interno Bruto (PIB) dos municípios. Dados do ano de 1999 da Fundação SEADE demonstram que a agricultura, quando analisada pela ótica do valor adicionado, representou 25%, ou mais, do PIB dos municípios de Álvaro de Carvalho, Fernão, Marília, Oscar Bressane e Quintana (vide Tabela 4). Em termos de geração de empregos, a pesquisa da Fundação SEADE, em 2000, revela que em Álvaro de Carvalho, Lupércio e Ocaçu os setores de indústria, comércio e serviços foram responsáveis por, respectivamente, 39%, 36% e 50% dos empregos ocupados, ressaltando a importância da agricultura para esses municípios.

Tabela 4. Valor adicionado total e participação da agricultura neste indicador nos municípios que compõem o EDR de Marília, em 1999.

Município	Valor Adicionado		
	Total (R\$ Milhões)	Agricultura (%)	Demais Setores (%)
Álvaro de Carvalho	7,50	29	71
Alvinlândia	4,73	8	92
Fernão	2,98	25	75
Gália	21,03	11	89
Garça	127,45	6	94
Lupércio	8,94	19	81
Marília	755,37	31	69
Ocaçu	12,27	22	78
Oriente	7,21	19	81
Oscar Bressane	9,03	27	73
Pompéia	167,69	5	95
Quintana	16,80	29	71
Vera Cruz	22,79	12	88
Total do EDR	1.163,79	19	81

Fonte: Fundação SEADE

A agropecuária da região é predominantemente desenvolvida em propriedades com pouca extensão de área. Segundo o Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (1995/96), cerca de 75% dos

estabelecimentos agrícolas do EDR de Marília possuem menos de 100 ha e, destes, 24% contam com menos de 10 ha (Tabela 5).

Tabela 5. Estrutura fundiária do EDR de Marília, 1996.

Municípios	Estabelecimentos Agropecuários					
	< 10 ha	10 a 100 ha	100 a 200 ha	200 a 500 ha	500 a 2000 ha	> 2000 ha
Álvaro de Carvalho	42%	32%	9%	11%	7%	0%
Alvinlândia	33%	48%	13%	5%	2%	0%
Fernão*	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Gália	25%	52%	8%	11%	3%	0%
Garça	22%	58%	7%	10%	3%	0%
Lupércio	20%	57%	10%	9%	3%	1%
Marília	18%	54%	12%	9%	7%	1%
Ocaçu	40%	45%	7%	6%	2%	0%
Oriente	26%	47%	13%	9%	4%	1%
Oscar Bressane	18%	60%	12%	8%	2%	0%
Pompéia	11%	43%	19%	16%	9%	2%
Quintana	11%	58%	10%	13%	7%	1%
Vera Cruz	26%	50%	10%	10%	3%	0%
Total EDR	24%	51%	10%	10%	4%	1%

Fonte: IBGE – Censo Agropecuário 1995/96

* ND = Não Disponível

A cafeicultura, principal atividade agrícola da região, é desenvolvida, em sua maior parte, em propriedades inferiores a 50 ha. Segundo a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, a área média das propriedades que cultivam café, no EDR de Marília, é de 16,5 ha (Tabela 6). São justamente os produtores que detêm pequenas extensões de área os mais interessados em encontrar novas alternativas de cultivo, pois há evidências empíricas que o nível de receita gerado pelo café nas fases de preços baixos não é suficiente para sua sobrevivência.

Tabela 6. Número e área das propriedades rurais que detêm cafeicultura nos municípios que compõem o EDR de Marília, 1996.

Municípios	Número Propriedades	Área Mínima (ha)	Área Média (ha)	Área Máxima (ha)
Álvaro de Carvalho	62	0,50	17,89	181,70
Alvinlândia	54	0,30	17,19	110,00
Fernão	78	0,30	6,91	51,60
Gália	124	0,30	32,03	328,30
Garça	430	0,40	25,00	398,00
Lupércio	65	0,50	29,12	517,50
Marília	139	0,10	17,64	500,00
Oriente	16	0,40	11,68	50,00
Oscar Bressane	13	0,10	1,90	7,30
Pompéia	28	0,20	10,05	116,10
Quintana	14	0,10	2,61	22,40
Vera Cruz	137	1,00	25,68	292,00

Fonte: Projeto LUPA – SAA/SP

A importância do setor agrícola para a economia da região e a evasão da população ocupada nesse setor reforçam a necessidade de encontrar-se culturas alternativas mais rentáveis. Tomando como base o município de Vera Cruz, que segundo o Censo Agropecuário do IBGE (1995/96) possui o maior peso no valor da produção agropecuária do EDR de Marília (aproximadamente 44%), nota-se que em 1980 cerca de 52,5 % da população economicamente ativa desse município estava ocupada no setor primário, embora este fosse responsável por apenas 22,58 % do valor da produção (VP) do município. Em contrapartida, cerca de 55% do VP era gerado no setor secundário da economia. Portanto, é fácil entender porque, entre os anos de 1980 e 1998, houve evasão de 84 % da população ocupada no setor agrícola de Vera Cruz (Tabela 7).

Tabela 7. Participação da população economicamente ativa e do valor da produção por setor econômico no município de Vera Cruz, SP, em 1980.

População Economicamente Ativa (%)				Valor da Produção (%)		
Primário	Secundário	Terciário	Outros	Primário	Secundário	Terciário
52,59	12,96	30,80	1,35	22,58	54,83	19,59

Fonte: Sampaio (1995)

Além disso, a Tabela 8 demonstra a forte diminuição da população rural nos municípios da região, um dos reflexos da queda da população economicamente ativa

no setor agrícola. Nas décadas de 80 e 90, a população rural dos municípios que compõem o EDR de Marília decresceu em 77 %. Merecem destaque Alvinlândia, Gália, Oriente, Oscar Bressane, Pompéia e Quintana, cujas variações acumuladas da população rural ultrapassaram 100%.

Tabela 8. Crescimento percentual acumulado, no período de 1981 a 2000, das populações dos municípios que compõem o EDR de Marília.

Município	População Total	População Urbana	População Rural
Álvaro de Carvalho	5%	36%	-27%
Alvinlândia	-20%	60%	-157%
Fernão*	ND	ND	ND
Gália	-39%	22%	-109%
Garça	8%	29%	-62%
Lupércio	19%	69%	-13%
Marília	49%	58%	-62%
Ocaçu	-15%	70%	-96%
Oriente	-9%	71%	-145%
Oscar Bressane	-18%	58%	-112%
Pompéia	11%	33%	-103%
Quintana	11%	40%	-107%
Vera Cruz	-3%	29%	-84%
Total EDR	29%	50%	-77%

Fonte: Fundação SEADE

* ND = Não Disponível

A diminuição população economicamente ativa no setor agrícola e da população rural associada às crises cíclicas da cafeicultura e à decadência da cultura do maracujazeiro, importante alternativa econômica para os produtores da região de Marília, motivaram o lançamento do Projeto de Apoio à Competitividade Global da Cultura do Maracujazeiro na Região de Vera Cruz, SP – AFRUVEC-Bioex/CNPq, no qual está inserida a presente pesquisa. No próximo item são apresentadas maiores informações sobre o surgimento, objetivos do referido projeto integrado de pesquisa, bem como sobre a inserção desta dissertação de mestrado no mesmo.

1.4 Projeto de apoio à competitividade da cultura do maracujazeiro na região de Vera Cruz

O Projeto de Apoio à Competitividade Global da Cultura do Maracujazeiro na Região de Vera Cruz, SP foi iniciado em 1998, tendo como parceiras as seguintes instituições: CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, AFRUVEC, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – ESALQ/USP, Instituto Agrônomo de Campinas – IAC, Instituto Biológico – IB e Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL.

O objetivo geral do projeto é consolidar a cultura do maracujazeiro na Região de Vera Cruz, tornando-a competitiva em qualidade e preço, em nível nacional e internacional, de maneira a possibilitar a continuidade da cultura na região, o aumento da renda líquida dos produtores rurais e a geração de empregos.

Dentre os seus objetivos específicos estão:

- dotar a região de uma variedade agrônômica de maracujazeiro tolerante às principais adversidades (pragas, doenças e intempéries) e que atenda as necessidades do consumidor;
- desenvolver tecnologias de manejo da cultura do maracujazeiro que propiciem melhoria da produtividade e da renda líquida dos produtores, através de uso mais eficiente de fertilizantes e defensivos e da adoção de novas práticas culturais;
- desenvolver técnicas de colheita, conservação e armazenamento do maracujá que possibilitem o aumento do tempo útil de comercialização, visando atender o mercado nacional na entressafra, bem como o mercado internacional e
- levantar e avaliar as tendências e preferências dos mercados consumidores nacional e internacional em relação à quantidade, qualidade, preço e aceitabilidade dos diferentes tipos de frutos (coloração e rugosidade da casca, acidez e tamanho).

O projeto é composto por sete subprojetos gerenciados por diferentes instituições de pesquisa nas áreas de fitopatologia (viroses, bacteriose e doenças fúngicas), melhoramento genético (desenvolvimento de novas variedades), pós-colheita, indução de qualidade em função do uso de defensivos agrícolas e economia agrícola. A presente dissertação refere-se à etapa final do subprojeto “Determinação de estratégias de comercialização e estudos de custos de produção da cultura do maracujazeiro na região de Vera Cruz – SP”, de responsabilidade do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da ESALQ/USP. Depois de atingidos os objetivos de levantamento do custo de produção e viabilidade econômica da cultura do maracujazeiro e análises do mercado internacional e nacional para a fruta, esta pesquisa vem suprir a lacuna do estudo do comportamento dos produtores da região perante o risco, inclusive daqueles que optaram por diversificar a cafeicultura com o cultivo de maracujá e de outras frutas. O presente trabalho pretende contribuir para que futuras pesquisas sejam realizadas na região de Marília, ou Vera Cruz, buscando alternativas de investimento para os produtores rurais, caso não sejam alcançados resultados suficientes para a manutenção da cultura do maracujazeiro.

1.5 Estrutura da dissertação

No primeiro capítulo tratou-se da definição do problema, dos objetivos, da importância do estudo proposto e de sua inserção no projeto integrado de pesquisa de “Apoio à Competitividade Global da Cultura do Maracujazeiro na Região de Vera Cruz, SP”. Além disso, caracterizou-se a região em estudo, em termos sócio-econômicos, com enfoque no setor primário da economia.

O segundo capítulo apresenta uma sucinta revisão de literatura, onde são comentados os pontos fortes e fracos de trabalhos que buscaram alternativas para o desenvolvimento regional de Marília. Também são analisadas outras pesquisas com objetivos semelhantes ao da presente dissertação, principalmente no tocante aos seus procedimentos metodológicos.

O terceiro capítulo trata das metodologias adotadas nesta pesquisa e é intitulado “Material e Métodos”. Este capítulo possui duas subdivisões, sendo a primeira um referencial teórico sobre as metodologias existentes e, principalmente, sobre os procedimentos adotados nesta pesquisa para a tipificação de sistemas de produção, geração de fronteiras de eficiência econômica e determinação da aversão ao risco dos produtores rurais. A segunda trata da descrição dos procedimentos, detalhando a amostragem e a especificação dos dados utilizados nas respectivas análises.

O quarto capítulo contém os resultados e é subdividido em duas partes. A primeira apresenta os resultados referentes à tipificação dos sistemas de produção da região de Marília e a segunda contém os resultados da modelagem dos sistemas de produção atuais. Finalmente, a síntese dos resultados e a discussão das principais conclusões são apresentados no quinto capítulo desta dissertação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Na literatura foram encontrados alguns trabalhos que buscam alternativas para o desenvolvimento regional em Marília. Estes estudos propõem a criação de agroindústrias, ou mais especificamente, a implantação de uma unidade agroindustrial de suco de maracujá no município de Vera Cruz (Sampaio, 1995) e de mini e micro usinas de leite na região (Vieira, 1998). Apesar de encontrados resultados favoráveis, ainda não foram realizados esforços para a construção dessas unidades de processamento, principalmente devido à falta de recursos empresariais, inclusive à própria incapacidade de organização dos produtores rurais para mobilizarem os recursos necessários à(s) implantação(ções).

Também buscando soluções para os problemas enfrentados pela região de Marília, Ambrósio (1997) identificou atividades agropecuárias para a Microbacia Hidrográfica da Água F de Vera Cruz que estivessem em conformidade com a capacidade de uso sustentável da terra e maximizassem os objetivos múltiplos do Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas de São Paulo (PEMBH), sujeitas às restrições de disponibilidade de máquinas, mão-de-obra permanente e capital nas propriedades estudadas. Os objetivos múltiplos do PEMBH são a minimização da erosão do solo, do uso de defensivos químicos e da estacionalidade da renda e do uso de mão-de-obra e, também, a maximização da produção de alimentos básicos, da margem bruta e do uso da mão-de-obra fixa. O autor apresenta um método para planejamento de uso sustentável da terra, onde os múltiplos objetivos são hierarquizados pelos tomadores de decisão e é utilizada a programação por metas lexicográficas. É interessante ressaltar que

na ordenação dos múltiplos objetivos a maximização da receita não foi prioritária pela maioria dos agricultores da amostra e outros aspectos do risco não foram considerados pelo modelo. Por outro lado, a multiplicidade de objetivos considerados e os procedimentos de sua hierarquização enfraquecem a possibilidade de generalização dos seus resultados, especialmente no seu uso como recomendação para os produtores da região.

Com um problema semelhante ao do presente trabalho, Ferreira (1975) estudou a viabilidade técnico-econômica da introdução da fruticultura de clima temperado no estado de Minas Gerais. Para tanto, foram analisadas as condições climáticas e, posteriormente, avaliou-se o comportamento econômico das culturas tradicionais das zonas eleitas como aptas ao plantio de fruteiras de clima temperado, como também o comportamento destas fruteiras, quando colocadas em situação de escolha alternativa. O critério utilizado para a avaliação econômica foi o do valor presente líquido. Entretanto, não foi realizado um estudo de mercado para justificar a introdução da fruticultura e muito menos analisado o efeito da implantação da atividade sobre a alocação dos recursos nas propriedades nem sobre o nível de risco dos agricultores típicos de cada sistema de produção.

Moura (1994) procurou soluções para um problema análogo ao da região de Marília, enfrentado pelo Assentamento Extrativista Cachoeira, localizado no município de Xapuri, Estado do Acre. Com o objetivo de melhorar a situação de vida da população pobre residente em reservas extrativistas, o autor analisou a viabilidade econômica da implantação de espécies florestais de alto potencial econômico, compatíveis com o ecossistema amazônico. Utilizando o instrumental matemático da programação linear, concluiu que as atividades recomendadas proporcionariam acréscimos consideráveis nas margens brutas auferidas pela população, nos níveis de utilização da terra e também no emprego de mão de obra. De forma semelhante, Leite (1980) procurou identificar alternativas para maximizar o nível de receita dos agricultores do Brejo Paraibano. Para tanto, foram identificados e caracterizados os

processos produtivos utilizados pelos agricultores e outros recomendados para a região e, através de um modelo de programação linear, determinou-se as combinações de atividades que maximizam a renda dos produtores.

Um fato a ser ressaltado em relação aos trabalhos de Moura (1994) e Leite (1980) é que ambos não realizaram uma identificação dos sistemas típicos de produção existentes nas regiões estudadas e também não consideraram o fator risco. Os autores preocuparam-se em determinar as atividades que maximizavam a receita dos agricultores com base apenas na alocação ótima dos recursos disponíveis nas propriedades. Entretanto, há evidências na literatura de que grande parte dos agricultores está preocupada em não apenas atingir maiores níveis de renda, mas também em incorrer em menores riscos, no que não diferem da atitude da maioria dos empresários em qualquer economia (Hazell, 1971; Anderson, Dillon e Hardaker, 1977; Troncoso e Hardacker, 1977).

Agostini (1981) examinou possibilidades de introdução de atividades agropecuárias alternativas na região do Planalto Médio, no estado do Rio Grande do Sul, utilizando a programação quadrática. Basicamente, o autor estava preocupado em buscar soluções para os problemas fitopatológicos e de erosão do solo decorrentes da quase que exclusividade dos cultivos de trigo e soja em sucessão e do cultivo isolado de soja, deixando os terrenos em pousio no inverno. Com base no coeficiente de aversão ao risco para o produtor típico da região foi verificada a viabilidade de implantação dos planos de exploração agrícola propostos. É interessante ressaltar que nesse trabalho são considerados os riscos associados às atividades propostas, uma vez que os interesses de rentabilidade de curto prazo dos produtores não se reduzem, em geral, a planos de produção que apenas maximizem a expectativa de lucros.

A fim de apoiar a decisão dos trabalhadores do Assentamento Rural de Araras sobre o que cultivar, Figueiredo et al (1993) determinaram uma combinação de atividades agrícolas que tornasse máximo o retorno do produtor, levando em

consideração os escassos recursos disponíveis. Os autores também definiram as alternativas para a produção agrícola com base no risco, o que é recomendável, pois os produtores rurais podem tomar suas decisões levando em consideração as incertezas de clima e preços. O estudo difere do de Agostini (1981), pois utilizou uma aproximação linear da fronteira quadrática de eficiência disponível para o tomador de decisão, conhecida como MOTAD.

Na literatura revisada, nota-se que alguns trabalhos utilizaram a programação linear para resolver o problema da combinação ótima de atividades agropecuárias (Moura, 1994 e Leite, 1980). Entretanto, uma das características desse instrumental matemático, quando usado na determinação do nível ótimo de atividades agropecuárias, é que ele tende a produzir soluções extremas (de canto) ou equivalentes a altos graus de especialização. De fato, os agricultores diversificam mais que o indicado pelos modelos de programação linear, por diversas razões: redução da estacionalidade no uso de insumos, usos alternativos de máquinas e/ou estabilização da renda devido a variações nos preços dos diversos produtos. Desta forma, pode-se concluir que os estudos que buscam novas alternativas de exploração agrícola não devem considerar apenas a alocação ótima dos recursos disponíveis no curto prazo. O fator risco também deve ser apreciado, pois, dadas as variações climáticas e as decorrentes dos fatores de mercado e o uso ineficiente dos fatores de produção, os produtores rurais estão sujeitos a níveis instáveis de renda. Também é importante ressaltar que a aversão dos produtores rurais ao risco é variável, de forma que um estudo para identificar novos planos de exploração agrícola não deve ser generalizado para uma região sem antes identificar os sistemas de produção existentes e o comportamento dos agricultores típicos desses sistemas na presença do risco. Desta forma, identificando os sistemas de produção e mensurando a aversão ao risco dos produtores típicos de cada sistema é possível determinar alternativas viáveis para estabilizar e manter a renda de uma região.

O próximo capítulo trata dos procedimentos utilizados para a tipificação de sistemas de produção agropecuários e para a determinação da aversão ao risco dos agentes desses sistemas.

3 METODOLOGIA

O presente capítulo é composto por duas seções, sendo a primeira um referencial teórico sobre as metodologias existentes e, principalmente, sobre as efetivamente adotadas nesta pesquisa para a tipificação de sistemas de produção, geração de fronteiras de eficiência e determinação da aversão ao risco dos produtores rurais. A segunda trata da descrição dos procedimentos, detalhando a amostragem e a especificação dos dados utilizados nas respectivas análises.

3.1 Referencial teórico

3.1.1 Identificação dos sistemas de produção agropecuária da região de Marília

Em um trabalho científico deve-se, primeiramente, conhecer o problema em estudo e identificar suas restrições para, só então, realizar algum tipo de simulação. Portanto, para avaliar o comportamento dos agricultores da região de Marília na presença do risco é necessário realizar um diagnóstico local, ou seja, descrever os sistemas de produção existentes, de forma que os resultados obtidos ajustem-se às realidades agrícolas específicas e possibilitem um tratamento diferenciado dos problemas dos diversos tipos de produtores. Esse diagnóstico requer uma metodologia apropriada e um dos propósitos deste estudo foi desenvolver um método de identificação de sistemas de produção.

No presente trabalho, os sistemas de produção agropecuária da região de Marília foram estudados segundo os fundamentos da Teoria Geral dos Sistemas, a qual afirma que não basta estudar as partes de um sistema de forma independente, pois seus comportamentos são distintos se estudados isoladamente ou tratados como um todo. A teoria também estabelece que nenhum sistema está definido até que se tenha especificado a relação que este possui com o sistema maior que o contém (Bertalanffy, 1968).

Maciel (1974) define sistema como “*um conjunto de elementos quaisquer ligados entre si por cadeias de relações de modo a constituir um todo organizado*”. Sendo assim, tem-se que o sistema (todo) é composto por elementos (partes), que interagem entre si, gerando um processo operacional global. Também é importante ressaltar que o sistema está dinamicamente relacionado com o meio exterior, influenciando-o e sendo influenciado por ele. Este é o caso do sistema de produção agrícola, considerado um sistema aberto, pois, segundo Ambrósio (1997), recebe energia solar e insumos do meio exterior e exporta energia através dos produtos e perdas. Pelo atributo hierárquico tem-se que um sistema sempre existe dentro de outro, isto é, pode ser considerado um subsistema, ou parte, de um sistema maior. Desta forma, o sistema de produção agrícola existe dentro do município, o qual está contido no Escritório de Desenvolvimento Rural, que faz parte de um estado etc. Por outro lado é muito difícil definir todos os níveis hierárquicos superiores, ou inferiores de um sistema, pois sempre haverá diversos níveis superiores, ou inferiores ao ponto analisado. Desta maneira, conclui-se que um sistema possui infinitas partes e que a Teoria Geral dos Sistemas é impraticável se não forem estabelecidos certos limites.

Os sistemas de produção agrícola estudados nesta pesquisa foram tratados como compostos por subsistemas de cultivo, criação, recursos naturais (solo, água, clima), materiais (máquinas e infra-estrutura), familiar e financeiro, que interagem entre si, conforme a decisão do empresário. O primeiro passo foi identificar precisamente quais os sistemas de cultivo e criação atualmente empregados pelos produtores rurais da região de Marília. O problema de identificação de sistemas de produção é similar ao de

tipificação, que segundo Fortes (1981), consiste em definir unidades distintas entre si a partir de elementos de diferenciação selecionados previamente. Chang & Sereia (1980) explicam que a tipificação resume-se em separar os grupos de estabelecimentos agrícolas em classes simples, distintas e claramente reconhecíveis e em caracterizar cada uma delas para conhecer sua lógica enquanto sistema de produção. Segundo os mesmos autores, as metodologias de tipificação de sistemas de produção dividem-se em métodos estatísticos de classificação e em métodos por etapas. Os primeiros identificam os grupos por uma série de variáveis concomitantemente, com base em critérios de minimização de variâncias intra-grupo e de maximização de variâncias inter-grupos. Os últimos identificam os grupos por etapas, através de uma hierarquia de variáveis classificatórias, cujos limites são fixados em conformidade com hipóteses referendadas por concepção prévia do problema.

A identificação de sistemas de produção inicia-se com a seleção das variáveis que melhor os discriminam. Para Chang & Sereia (1980) essas variáveis são as que refletem as relações sociais de produção, isto é, aquelas estabelecidas em função do acesso, quantidade, qualidade e combinação do uso dos fatores de produção (terra, capital, trabalho e conhecimento). Payés (1989) considera que a tipificação deve contemplar e articular tanto as variáveis agrônômicas quanto as sócio-econômicas, no plano das entradas e saídas do sistema, no interior do estabelecimento e entre este e o meio externo. O mesmo autor utiliza o método por etapas para identificação e classificação de sistemas de produção agropecuários, agrupando os agricultores segundo dois critérios (i) pelas atividades predominantes, identificando os principais produtos agropecuários da região através do peso relativo de cada um no valor bruto da produção do estabelecimento e (ii) pela categoria social, com base no tipo de mão-de-obra empregada (familiar, ou assalariada) e no tipo de tecnologia utilizada na propriedade.

No estudo realizado por Chang & Sereia (1980) a tipificação também foi realizada pelo método por etapas, partindo da distinção dos produtores segundo a organização de suas produções: capitalista ou familiar. Desta forma, as relações de

trabalho no processo produtivo, quanto ao caráter familiar ou de assalariamento, foram as variáveis tipificadoras. Na segunda etapa foram analisadas as diferenças internas entre os grupos de produtores capitalistas e familiares, com base nas capacidades de reprodução e incorporação tecnológica.

Os trabalhos de Payés (1989) e Chang & Sereia (1980) apresentam semelhanças quanto ao método utilizado, por etapas; pelo fato de considerarem variáveis tipificadoras de caráter social e econômico, previamente definidas na literatura, e por analisarem uma base de dados disponível para a região em estudo. É válido comentar que no método por etapas a escolha das variáveis de classificação, sua hierarquização e a arbitragem dos valores e limites dependem apenas do conhecimento teórico e empírico do pesquisador sobre a região estudada. Por isso, a utilização de um método estatístico pode ser vantajosa, pois auxilia o processo de classificação, permitindo avaliar a significância e hierarquizar as variáveis tipificadoras a partir de testes apropriados. Além disso, não é necessário arbitrar sobre os limites das variáveis, o que exigiria profundo conhecimento da realidade analisada. Como não foram encontrados trabalhos suficientes sobre as características da agropecuária da região de Marília para embasar teoricamente a utilização do método por etapas, no presente trabalho optou-se pela utilização de metodologia estatística.

Fortes (1981) realizou a tipificação de estabelecimentos agropecuários da Zona da Mata de Minas Gerais com o objetivo de aperfeiçoar a sistemática de programação da extensão rural. Para tanto, utilizou o método estatístico da análise discriminante, cujos resultados indicaram a existência de seis categorias de propriedades distintas, para as quais foram obtidos planos ótimos mediante programação linear estática. A análise discriminante é uma técnica para tratamento *a posteriori* dos dados, isto é, visando a validação de hipóteses levantadas. Na identificação dos sistemas de produção essas hipóteses são formuladas com base no conhecimento do pesquisador, ou a partir de uma base de dados regional. Fortes (1981) utilizou dados coletados pelo Programa de Desenvolvimento Integrado da Zona da Mata de Minas Gerais

(PRODEMATA) para identificar previamente algumas categorias de estabelecimentos agrícolas, posteriormente validadas pela análise discriminante. É notória a semelhança entre os objetivos do trabalho de Fortes (1981) e os do presente estudo, entretanto para a região de Marília não há dados suficientemente detalhados e recentes sobre os estabelecimentos agropecuários. Os últimos levantamentos realizados foram o Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 1995/96, e o Projeto LUPA da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, também de 1995/96. Diante disso, foi necessário realizar um levantamento primário dessas informações e, para tanto, optou-se pela utilização de grupos focais.

3.1.1.1 Grupos Focais

Grupo focal é definido na literatura como um tipo especial de entrevista em grupo que tem por objetivo reunir informações detalhadas sobre um tópico particular a partir de um grupo de participantes selecionados. Esse procedimento foi primeiramente utilizado em ciências sociais para investigar técnicas como dinâmica de grupo, comunicação persuasiva e os efeitos da comunicação em massa, como os impactos dos esforços de propaganda da Segunda Guerra Mundial. Historicamente, o processo tem sido amplamente utilizado como uma ferramenta de *marketing*, a partir da qual os analistas obtêm informações sobre como aprimorar produtos e realizar previsões de vendas. Atualmente muitas organizações utilizam grupos focais buscando aperfeiçoar seus serviços e avaliar os impactos de possíveis mudanças tecnológicas, ou na estrutura do mercado consumidor. A vantagem da utilização do grupo focal é que os dados revelam mais informações e são mais detalhados do que os obtidos a partir de outros tipos de levantamentos, tais como as pesquisas individuais. Isto porque os participantes sentem-se livres para revelar a natureza e as origens de suas opiniões sobre um determinado assunto, permitindo que administradores, pesquisadores e analistas entendam as questões de uma forma mais ampla. Outra vantagem do procedimento é que os participantes podem expressar suas opiniões e considerações sem que seja necessário muita preparação, ou maiores esforços. Além disso, o grupo focal permite a sinergia da

discussão do grupo e seus participantes aprendem a aperfeiçoar suas habilidades de comunicação (Barbour & Kitzinger (1999); Templeton (1994); Bader & Rossi).

Segundo Barbour & Kitzinger (1999), o passo mais importante ao se planejar um grupo focal é estabelecer o propósito da sessão. O objetivo tem que ser muito bem definido para que o grupo possa concentrar-se em questões importantes e também para que as pessoas sintam-se encorajadas a participar do processo do início até o fim. As autoras também recomendam que os participantes sejam selecionados dentro de um grupo de indivíduos que convivam com o assunto a ser discutido e que tenham profundo conhecimento dos fatores que afetam os dados mais pertinentes. O tamanho ótimo para um grupo focal é dez a doze membros para que todos possam participar de forma efetiva e a discussão seja bem detalhada.

O grupo focal é conduzido por um moderador, que também tem a função de organizar a pauta da discussão. O papel do moderador é manter a discussão produtiva, garantir que a pauta seja seguida rigorosamente, que todos os participantes exponham suas idéias e impedir a dispersão da questão foco. Bader & Rossi também explicam que o moderador nunca deve expor suas opiniões, ou criticar os comentários dos participantes. A discussão deve ser gravada do início ao fim, para facilitar a elaboração do relatório após o encerramento do grupo focal.

Com base nesse referencial teórico, a identificação prévia dos sistemas de exploração agropecuária da região de Marília e das variáveis que os discriminam foi realizada a partir de grupos focais, compostos por agricultores e engenheiros agrônomos que atuam na região em estudo. Com base nas discussões desses grupos focais foi formulada a hipótese de existência dos sistemas de produção identificados pelos participantes e também foram listadas algumas variáveis relevantes para diferenciá-los. A validação dos resultados obtidos nos grupos focais foi realizada com a aplicação da análise discriminante, conforme sugerido por Fortes (1981). No próximo item é

apresentada uma discussão teórica sobre os fundamentos estatísticos da análise discriminante.

3.1.1.2 Análise Discriminante

A análise discriminante é uma técnica de análise multivariada aplicada para avaliar se a diferença entre dois ou mais grupos é explicada simultaneamente por mais de duas variáveis pré-identificadas. Os objetivos da análise discriminante, descritos por Sharma (1996), são:

- 1) identificar variáveis que discriminam da melhor forma os grupos, denominadas **variáveis discriminadoras**;
- 2) desenvolver uma função, a partir das variáveis discriminadoras, para representar as diferenças entre os grupos;
- 3) utilizar as variáveis identificadas, ou a função, para classificar futuras observações em cada um dos grupos, de forma a auxiliar a tomada de decisões referentes aos mesmos.

Rencher (1995) considera que os objetivos da análise discriminante restringem-se aos dois primeiros e que os aspectos relativos ao terceiro item referem-se à análise de classificação. Isto é, para o autor a análise discriminante possui um aspecto descritivo, dentro do qual não se encaixa a alocação de observações dentro dos grupos, que tem um aspecto de previsão e por isso deve ser considerada uma análise à parte, denominada de análise de classificação. Não obstante, no presente trabalho a classificação será tratada como uma das partes da análise discriminante.

Na análise discriminante, combinações lineares das variáveis, denominadas funções discriminantes, são utilizadas para descrever as diferenças entre dois ou mais grupos. Segundo Conagin et al. (2000), a função discriminante é aquela que possibilita a classificação eficiente dos indivíduos nos grupos estudados, com menor probabilidade de erro na separação das observações.

Para Rencher (1995), a análise discriminante pode ser descrita matematicamente da seguinte maneira. Considerando que os seguintes vetores representam amostras j das populações i :

$$\begin{array}{cc} \mathbf{y}_{11} & \mathbf{y}_{21} \\ \mathbf{y}_{12} & \mathbf{y}_{22} \\ \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot \\ \mathbf{y}_{1n1} & \mathbf{y}_{2n2} \end{array}$$

Cada vetor \mathbf{y}_{ij} contém medidas de p variáveis. A função discriminante é a combinação linear dessas p variáveis que maximiza a distância entre a média dos dois grupos de vetores. Na realidade, a análise discriminante transforma, linearmente, um espaço definido por p variáveis em outro definido por z funções discriminantes (o espaço discriminante). Desta forma, simplifica-se o problema, com a utilização de Z como variável que sintetiza diversas outras.

Através da combinação linear $z = \mathbf{a}'\mathbf{y}$ cada vetor é transformado em um escalar:

$$z_{1j} = \mathbf{a}'\mathbf{y}_{1j} = a_1y_{1j1} + a_2y_{1j2} + \dots + a_py_{1jp}, \quad j = 1, 2, \dots, n_1$$

$$z_{2j} = \mathbf{a}'\mathbf{y}_{2j} = a_1y_{2j1} + a_2y_{2j2} + \dots + a_py_{2jp}, \quad j = 1, 2, \dots, n_2$$

Desta forma, tem-se:

$$\begin{array}{cc} z_{11} & z_{21} \\ z_{12} & z_{22} \\ \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot \\ z_{1n1} & z_{2n2} \end{array}$$

As médias dos vetores das populações 1 e 2 são obtidas pelas equações (1) e (2).

$$\bar{z}_1 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n_1} z_{1j} = \mathbf{a}' \bar{\mathbf{y}}_1 \quad (1)$$

$$\bar{z}_2 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n_2} z_{2j} = \mathbf{a}' \bar{\mathbf{y}}_2 \quad (2)$$

O objetivo é encontrar o vetor \mathbf{a} que maximiza a diferença entre as equações 1 e 2 dividida pelo desvio padrão s_z :

$$\text{Max} \frac{(\bar{z}_1 - \bar{z}_2)}{s_z} \quad (3)$$

Como o resultado da equação (3) pode ser negativo, costuma-se elevar seus termos ao quadrado, de forma que o denominador transforma-se na variância de z .

$$\text{Max} \frac{(\bar{z}_1 - \bar{z}_2)^2}{s_z^2} \quad (4)$$

Rencher (1995) demonstra que o problema de maximização acima pode ser escrito como:

$$\text{Max}_\mathbf{a} \frac{\mathbf{a}'(\bar{\mathbf{y}}_1 - \bar{\mathbf{y}}_2)(\bar{\mathbf{y}}_1 - \bar{\mathbf{y}}_2)\mathbf{a}}{\mathbf{a}' \mathbf{S}_c \mathbf{a}} \quad (5)$$

onde \mathbf{S}_c é matriz covariância conjunta das populações 1 e 2. O ponto máximo da equação (5) ocorre quando:

$$\mathbf{a} = \mathbf{S}_c^{-1}(\bar{\mathbf{y}}_1 - \bar{\mathbf{y}}_2) \quad (6)$$

é importante lembrar que para \mathbf{S}_c^{-1} existir é necessário que $n_1 + n_2 - 2 > p$, pois caso contrário a matriz \mathbf{S}_c seria singular e não poderia ser invertida.

Quando há mais de duas populações são necessárias mais de uma função discriminante para alcançar a discriminação máxima entre os grupos. Portanto, no caso de análise discriminante para k grupos, a equação (5) é transformada em:

$$\ddot{e} = \frac{\mathbf{a}'\mathbf{H}\mathbf{a}}{\mathbf{a}'\mathbf{E}\mathbf{a}} \quad (7)$$

que também pode ser escrita como:

$$\mathbf{a}'(\mathbf{H}\mathbf{a} - \ddot{e}\mathbf{E}\mathbf{a}) = 0 \quad (8)$$

onde a matriz \mathbf{H} é definida como:

$$\mathbf{H} = n \sum_{i=1}^k (\bar{\mathbf{y}}_{i.} - \bar{\mathbf{y}}_{..}) (\bar{\mathbf{y}}_{i.} - \bar{\mathbf{y}}_{..})' = \sum_{i=1}^n \frac{1}{n} \mathbf{y}_i \mathbf{y}_i' - \frac{1}{kn} \mathbf{y}_{..} \mathbf{y}_{..}' \quad (9)$$

e a matriz \mathbf{E} :

$$\mathbf{E} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n (\mathbf{y}_{ij} - \bar{\mathbf{y}}_{i.}) (\mathbf{y}_{ij} - \bar{\mathbf{y}}_{i.})' = \sum_{ij} \mathbf{y}_{ij} \mathbf{y}_{ij}' - \sum_i \frac{1}{n} \mathbf{y}_i \mathbf{y}_i' \quad (10)$$

A matriz \mathbf{H} possui dimensão $p \times p$ e sua diagonal principal é composta pela soma de quadrados “entre grupos” para cada uma das p variáveis. Os elementos fora da diagonal são análogos às somas de produtos para cada par de variáveis. A matriz \mathbf{E} também possui dimensão $p \times p$ e sua diagonal principal é composta pela soma de quadrados “dentro dos grupos” para cada variável. Os elementos fora da diagonal são os mesmos da matriz \mathbf{H} . É importante destacar que a soma de quadrados “dentro dos grupos” é uma boa medida da homogeneidade dos mesmos e a soma de quadrados “entre grupos” refere-se à diferença entre as médias dos grupos. Sendo assim, o objetivo da equação (7) é obter o λ que maximize a razão soma de quadrados “entre grupos”/soma de quadrados “dentro dos grupos”, atingindo, desta forma, a máxima discriminação entre os grupos.

Em (8) devem ser examinados os valores de λ e \mathbf{a} que solucionam a equação para determinar o valor de a que resulta no máximo λ . As soluções possíveis são encontradas em:

$$\mathbf{H}\mathbf{a} - \ddot{e}\mathbf{E}\mathbf{a} = 0 \quad (11)$$

que também pode ser escrita como a equação (12):

$$(\mathbf{E}^{-1}\mathbf{H} - \ddot{e}\mathbf{I})\mathbf{a} = 0 \quad (12)$$

As soluções da equação (12) são os *eigenvalues* (raízes características ou latentes) $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_s$, e os *eigenvectors* (vetores característicos) $\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, \dots, \mathbf{a}_s$, associados à matriz $\mathbf{E}^{-1}\mathbf{H}$. Os elementos de cada vetor característico são os coeficientes procurados de cada uma das funções discriminantes lineares. As raízes características fornecem uma medida absoluta do poder discriminante de cada função linear. O número “s” de raízes características não nulas equivale ao *rank* da matriz \mathbf{H} e elas são usualmente listadas em ordem decrescente, isto é, $\lambda_1 > \lambda_2 > \dots > \lambda_s$. Os “s” vetores característicos são listados na mesma ordem, com \mathbf{a}_1 correspondendo a λ_1 , \mathbf{a}_2 a λ_2 e assim por diante. Desta forma, o valor máximo da equação (7) é a raiz característica λ_1 e o vetor de coeficientes que resulta nesse valor máximo é o *eigenvector* \mathbf{a}_1 . Portanto, a função discriminante que maximiza a diferença entre as médias das populações é $\mathbf{z}_1 = \mathbf{a}_1' \mathbf{y}$.

A partir dos “s” vetores característicos $\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, \dots, \mathbf{a}_s$ da matriz $\mathbf{E}^{-1}\mathbf{H}$, correspondentes a $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_s$, são obtidas “s” funções discriminantes não correlacionadas, $z_1 = \mathbf{a}_1' \mathbf{y}$, $z_2 = \mathbf{a}_2' \mathbf{y}$, ..., $z_s = \mathbf{a}_s' \mathbf{y}$, sendo que cada uma corresponde a uma diferença entre as médias das populações. A importância relativa de cada função discriminante pode ser avaliada considerando sua raiz característica como uma proporção do total:

$$\frac{\mathbf{I}_i}{\sum_i \mathbf{I}_s}, \quad \text{onde } i = 1, 2, \dots, s \quad (13)$$

Por esse critério, duas ou três funções discriminantes são suficientes para descrever as diferenças entre os grupos. As funções discriminantes associadas a pequenas raízes características podem ser descartadas. Outra maneira de analisar-se a relevância das funções é a partir de testes de significância, sendo o teste Λ de Wilks, expresso na equação (14), o mais utilizado.

$$\Lambda_1 = \prod_{i=1}^s \frac{1}{1 + \mathbf{I}_i} \quad (14)$$

sendo que Λ_1 possui uma distribuição $\Lambda_{p, k-1, N-k}$, onde $N = \sum_i n_i$. A equação acima informa que a magnitude de Λ_1 é tão pequena quanto maiores forem os λ_i 's. Se o resultado do teste for significativo, conclui-se que pelo menos um dos λ_i 's é diferente de zero. Visto que λ_1 é a maior raiz característica, somente tem-se certeza de sua significância e, conseqüentemente, da significância da função discriminante $z_1 = \mathbf{a}_1' \mathbf{y}$. Para testar a significância de $\lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_s$, exclui-se λ_1 do Λ de Wilks, de forma que a equação (14) transforma-se em:

$$\Lambda_2 = \prod_{i=2}^s \frac{1}{1 + \mathbf{I}_i} \quad (15)$$

Se o resultado do teste levar à rejeição da hipótese da nulidade, conclui-se que pelo menos λ_2 e a função discriminante a ele associada $z_2 = \mathbf{a}_2' \mathbf{y}$ são significativos. Desta maneira, pode-se prosseguir testando a significância de cada λ_i até o teste não resultar na rejeição de H_0 .

Além da significância estatística, também deve ser avaliada a significância prática da função discriminante. Sharma (1996) explica que a significância prática avalia quão grande, ou expressiva, é a diferença entre os grupos e é medida pela correlação canônica quadrada. A correlação canônica, segundo Rencher (1995), é uma medida de associação entre dois conjuntos de variáveis, dependentes e independentes. Os coeficientes de correlação canônica quadrada (r_i^2) são as raízes características do segundo termo da equação (16), que define o coeficiente de determinação múltipla:

$$R^2_M = |\mathbf{S}_{yy}^{-1} \mathbf{S}_{yx} \mathbf{S}_{xx}^{-1} \mathbf{S}_{xy}| = \prod_{i=1}^s r_i^2 \quad (16)$$

onde R^2_M é o coeficiente de múltipla determinação, \mathbf{S}_{yy} é a matriz covariância dos \mathbf{y}'_s , \mathbf{S}_{xx} é a matriz covariância dos \mathbf{x}'_s e \mathbf{S}_{yx} é a matriz covariância entre \mathbf{y}'_s e \mathbf{x}'_s . O maior coeficiente de correlação quadrada (raiz característica máxima) r_1^2 de $\mathbf{S}^{-1}_{yy} \mathbf{S}_{yx} \mathbf{S}^{-1}_{xx} \mathbf{S}_{xy}$ é a melhor medida de associação global entre as variáveis, ou seja, a melhor medida da significância prática da função discriminante. A correlação canônica quadrada varia

entre zero e um, mas não há definição sobre qual valor corresponde a um elevado nível de associação entre as variáveis, de forma que a interpretação do coeficiente deve ser baseada na experiência do pesquisador.

Rencher (1995) também esclarece que é prática comum normalizar as funções discriminantes para aferir as contribuições relativas das variáveis na separação dos grupos. A equação (17) ilustra uma função discriminante normalizada:

$$z_{ij} = a_1^* \frac{\bar{y}_{ij1} - \bar{y}_{11}}{s_i} + a_2^* \frac{\bar{y}_{ij2} - \bar{y}_{12}}{s_2} + \dots + a_p^* \frac{\bar{y}_{ijp} - \bar{y}_{1p}}{s_p} ; \quad j = 1, 2, \dots, n_1 \quad (17)$$

As variáveis normalizadas $(\bar{y}_{ijr} - \bar{y}_{1r})/s_r$ não possuem escala e, portanto, os coeficientes a_1^* , a_2^* , ..., a_p^* refletem corretamente a contribuição conjunta das variáveis para a função z que fornece a máxima separação dos grupos. Os valores absolutos dos coeficientes normalizados possuem grande importância analítica, já que podem ser utilizados para ordenar as variáveis de acordo com suas contribuições na separação dos grupos.

Geralmente o número de variáveis selecionadas para o processo de discriminação é grande e é necessário descartar aquelas que são redundantes (na presença de outras). Para determinar o número correto de variáveis sobre as quais será realizada a análise discriminante, adota-se usualmente um dos métodos *stepwise*, que segundo Sharma (1996) e Rencher (1995) são seleção para frente, seleção para trás e seleção *stepwise*. No primeiro método a variável introduzida em cada etapa é aquela que maximiza a estatística parcial F baseada no teste Λ de Wilks. Desta forma, é obtida a máxima separação adicional dos grupos, além da discriminação já atingida com as outras variáveis. O processo é repetido até que nenhuma variável adicional seja introduzida na função discriminante. A seleção para trás é um processo similar, pelo qual as variáveis que menos contribuem para a discriminação dos grupos são eliminadas a cada passo, com base na estatística parcial F . Finalmente, a seleção *stepwise* é uma combinação dos

dois métodos anteriores. O processo inicia sem variáveis na função discriminante e a cada passo uma variável é adicionada, ou removida. As variáveis são selecionadas uma de cada vez e, a cada etapa, as mesmas são reexaminadas para avaliar se algumas delas tornou-se redundante na presença das variáveis introduzidas mais recentemente. A análise também é baseada na estatística parcial F, derivada do teste Λ de Wilks.

No início desta discussão teórica foi citado que um dos objetivos da análise discriminante é classificar, de maneira eficiente, os indivíduos dentro dos grupos estudados. Sharma (1996) explica que a classificação consiste em dividir o espaço total discriminante em regiões mutuamente exclusivas e coletivamente exaustivas e, para tanto, podem ser utilizados os seguintes métodos: (i) valor de corte; (ii) teoria da decisão estatística; (iii) função de classificação e (iv) distância de Mahalanobis.

O método do valor de corte objetiva encontrar o escore discriminante, ou valor de corte, que divide o espaço discriminante nas regiões supracitadas. Normalmente, o valor de corte selecionado é aquele que minimiza o número de classificações incorretas e é dado pela equação (18):

$$\text{Valor de Corte} = \frac{\sum_{i=1}^n n_i \bar{Z}_i}{\sum_{i=1}^n n_i} \quad (18)$$

onde Z_i é o escore discriminante médio para o grupo i e n_i é o número de observações no grupo i .

O método da teoria de decisão estatística é baseado na teoria Bayesiana e consiste em minimizar os erros de classificações incorretas levando em consideração as probabilidades prévias e os custos de classificação incorreta. É importante ressaltar que esse foi o método utilizado nesse trabalho e sua principal vantagem é que não pressupõe probabilidades prévias e custos de classificação incorreta iguais, o que a torna um dos

métodos de classificação mais gerais. Para o caso de dois grupos, o método da teoria de decisão estatística designa uma observação para o grupo 1 se:

$$Z \geq \frac{\bar{Z}_1 + \bar{Z}_2}{2} + \ln \left[\frac{p_2 C(1/2)}{p_1 C(2/1)} \right] \quad (19)$$

e uma observação é classificada no grupo 2 se:

$$Z < \frac{\bar{Z}_1 + \bar{Z}_2}{2} + \ln \left[\frac{p_2 C(1/2)}{p_1 C(2/1)} \right] \quad (20)$$

onde Z é o escore discriminante para uma dada observação, \bar{Z}_j é o escore discriminante médio para o grupo j , p_j é a probabilidade prévia do grupo j e $C(i/j)$ é o custo de classificação incorreta dentro do grupo i de uma observação que pertence ao grupo j .

A classificação também pode ser efetuada estimando-se funções de classificação para cada grupo. Para explicar a derivação de funções de classificação para múltiplos grupos, Rencher (1995) utiliza uma amostra de cada um dos k grupos para estabelecer um perfil a ser comparado com um vetor \mathbf{y} , cujos membros dos grupos são desconhecidos. Classifica-se \mathbf{y} no grupo cujo perfil é mais semelhante ao seu. Uma medida desta semelhança é a distância de \mathbf{y} de cada um dos vetores médios da amostra: $\bar{\mathbf{y}}_1, \bar{\mathbf{y}}_2, \dots, \bar{\mathbf{y}}_k$, obtida pela equação (21):

$$D^2_i(\mathbf{y}) = (\mathbf{y} - \bar{\mathbf{y}}_i)' \mathbf{S}_c^{-1} (\mathbf{y} - \bar{\mathbf{y}}_i) \quad (21)$$

de forma que \mathbf{y} é classificado no grupo para o qual D^2_i possui o menor valor. O termo \mathbf{S}_c na equação (21) refere-se à matriz covariância conjunta das amostras. A função de classificação linear pode ser obtida pela expansão e realização de operações matemáticas simples na equação (21):

$$C_i(\mathbf{y}) = \mathbf{c}'_i \mathbf{y} + \mathbf{c}_{i0} = \mathbf{c}_{i1} \mathbf{y}_1 + \mathbf{c}_{i2} \mathbf{y}_2 + \dots + \mathbf{c}_{ip} \mathbf{y}_p \quad (22)$$

onde $\mathbf{c}'_i = \bar{\mathbf{y}}'_i \mathbf{S}_c^{-1}$ e $\mathbf{c}_{i0} = -1/2 \bar{\mathbf{y}}'_i \mathbf{S}_c^{-1} \bar{\mathbf{y}}_i$. Para efetuar a classificação, primeiramente são calculados \mathbf{c}_i e \mathbf{c}_{i0} para cada um dos k grupos, encontrando-se $C_i(\mathbf{y})$, $i = 1, 2, \dots, k$, e alocando \mathbf{y} no grupo para o qual $C_i(\mathbf{y})$ possui o maior valor. Este será o mesmo grupo para o qual D^2_i possui o menor valor, ou seja, o grupo cujo vetor média $\bar{\mathbf{y}}_i$ está mais

próximo de \mathbf{y} . Rencher (1995) também esclarece que os procedimentos lineares de classificação são sensíveis à heterogeneidade das matrizes covariância das populações, de forma que as observações tendem a ser classificadas mais frequentemente em grupos cujas matrizes covariância apresentam valores elevados de variância nas suas diagonais. Por esta razão, as matrizes covariância das populações estudadas não devem ser assumidas como iguais, quando não há motivos para tal. Nestes casos, quando a equação (21) é expandida são obtidas funções de classificação quadráticas.

Finalmente, Sharma (1996) explica que o método da distância de Mahalanobis, ou da distância ao quadrado entre dois vetores, consiste em classificar as observações de acordo com suas distâncias do centróide de cada grupo. O método Mahalanobis assume que as probabilidades prévias são iguais, isto é, uma observação aleatória tem a mesma chance de pertencer a qualquer um dos grupos. Os custos de classificação incorreta também são considerados iguais, ou seja, os prejuízos de classificar incorretamente observações do grupo 1, no grupo 2, ou vice-versa, são considerados idênticos. Em resumo, uma observação é classificada no grupo do qual está mais próxima de acordo com a distância de Mahalanobis, definida na equação (23):

$$D^2 = (\bar{\mathbf{y}} - \hat{\mathbf{1}})' \mathbf{S}^{-1} (\bar{\mathbf{y}} - \hat{\mathbf{1}}) \quad (23)$$

onde \mathbf{S} é a matriz covariância da amostra.

Rencher (1995) descreve que a eficiência dos procedimentos de classificação é avaliada através da probabilidade de classificação incorreta, também denominada taxa de erro. Também pode ser usado seu complementar, que é a taxa de classificação correta. Um método comum de estimativa da taxa de erro é o da resubstituição, que consiste em submeter ao procedimento de classificação os mesmos dados utilizados para estimar esses procedimentos. Calcula-se, então, uma proporção com base no número de classificações corretas e incorretas, denominada taxa de erro aparente.

$$Taxa\ de\ erro\ aparente = \frac{n_{12} + n_{21}}{n_{11} + n_{12} + n_{21} + n_{22}} \quad (24)$$

onde n_{11} é o número de observações corretamente classificadas no grupo 1, n_{12} é o número de observações pertencentes ao grupo 1 classificadas incorretamente no grupo 2, n_{21} as observações do grupo 2 classificadas incorretamente no grupo 1 e n_{22} o número de observações corretamente classificadas no grupo 2. A taxa de erro aparente é uma estimativa da probabilidade de erro em futuras classificações pelo procedimento atual.

No presente estudo a análise discriminante foi utilizada para validar os resultados obtidos a partir dos grupos focais. Foram estimadas funções discriminantes para classificar produtores da região de Marília nos sistemas de produção pré-identificados e com base na taxa de erro aparente foi possível discriminar os sistemas de produção existentes. Com base nesses resultados foram geradas as fronteiras de eficiência que refletem o *trade-off* entre os rendimentos e os riscos dos sistemas produtivos e medidos os coeficientes de aversão ao risco dos produtores. O próximo item traz uma sucinta revisão dos métodos para a geração da fronteira eficiente sob condições de risco, bem como um detalhamento teórico do método utilizado nesta pesquisa.

3.1.2 Construção da fronteira eficiente sob condições de risco

A estimação da fronteira eficiente tem sido objeto de vários estudos (Markowitz, 1952 e 1959; Farrel, 1957; Hazzel, 1971; Bauer, 1990; Seiford & Thrall, 1990, entre outros) devido sua importância para avaliar a eficiência econômica das firmas, de forma que, desvios em relação à fronteira são considerados uma medida da ineficiência do agente econômico. Um dos objetivos desta pesquisa é gerar as fronteiras de eficiência econômica dos sistemas de produção de café da região de Marília que definam os pontos correspondentes ao mínimo risco necessário para atingir determinado

nível de receita. As metodologias mais utilizadas para a construção desse tipo de fronteiras de eficiência são a programação quadrática e a programação linear.

O modelo que usa a programação quadrática, desenvolvido por Markowitz (1952 e 1959), já foi utilizado por alguns autores para o estudo de problemas relacionados à agricultura, como Dillon & Scadizzo (1978), Peres (1976), entre outros. Esse método consiste em obter a fronteira eficiente, isto é, o conjunto das possíveis atividades agrícolas que tenham a propriedade de mínima variância (V) associada ao nível de receita esperada (E). Conforme ilustra a Figura 2, o plano agrícola preferido é aquele que maximiza a utilidade do produtor, ou seja, aquele definido na tangência da curva de indiferença com a fronteira eficiente.

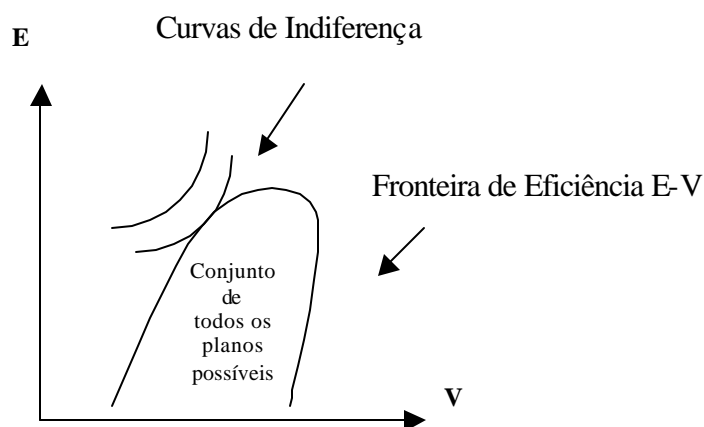


Figura 2 - A fronteira E-V como plano ótimo da empresa agrícola.
Fonte: Hazzel (1971)

O problema da programação quadrática para gerar a fronteira eficiente E-V pode ser expresso da seguinte maneira:

Minimizar

$$V = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n x_j x_k \mathbf{s}_{jk} \quad (25)$$

Sujeito a:

$$\sum_{j=1}^n f_j x_j = \mathbf{I} \quad (\mathbf{I} = 0, \dots, \infty) \quad (26)$$

e

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad (\text{para todo } i, i = 1 \text{ até } m) \quad (27)$$

$$x_j \geq 0 \quad (\text{para todo } j, j = 1 \text{ até } n) \quad (28)$$

onde:

x_j = nível da j -ésima atividade;

f_j = margem bruta esperada da j -ésima atividade;

σ_{jk} = covariância das margens brutas entre as k -ésima e j -ésima atividades, sendo que, para $k = j$, σ_{jk} é a variância;

a_{ij} = demanda do i -ésimo recurso (restrição) pela j -ésima atividade;

b_i = nível do i -ésimo recurso;

n = número de atividades;

m = número de restrições.

Até a década de 80, a dificuldade no uso de programação quadrática devia-se à existência de limitados códigos disponíveis para sua operacionalização, o que tornava impraticável seu emprego em muitos problemas de dimensões reais. Para resolver este problema prático, Hazzel (1971) propôs minimizar o desvio médio absoluto em vez da variância, permitindo que o modelo fosse resolvido mediante rotinas de programação linear. Thomson & Hazell (1972) demonstraram que este modelo, conhecido como programação MOTAD (Minimização do Desvio Absoluto Total), pode dar resultados muito próximos aos que se obtém com a programação quadrática e que a perda na exatidão é compensada pela facilidade computacional da utilização de algoritmos lineares.

No presente trabalho optou-se pela utilização do algoritmo MOTAD por ser a opção que melhor associa eficiência e simplicidade para atender os objetivos desta

pesquisa. Além disso, o MOTAD já foi utilizado por vários autores como ferramenta para a tomada de decisões no gerenciamento de propriedades agrícolas e para a determinação de estratégias de desenvolvimento regional (Peres, 1981; Azevedo Filho & Peres, 1984; Figueiredo et al., 1983; Balverde, 1997; Araújo, 1997; Bittencourt et al., 1998; Adesina & Ouattara, 2000; Zen, 2002 e Fasiaben, 2002).

3.1.2.1 Especificação do modelo MOTAD

Os modelos deterministas convencionais de programação linear são amplamente aplicados na agricultura para encontrar a combinação ótima de atividades que corresponde ao máximo lucro, dadas as restrições lineares das propriedades rurais (terra, capital e trabalho, principalmente). Não obstante, como esses modelos não consideram risco e incerteza, podem conduzir a resultados inaceitáveis para o administrador rural, com base em suas experiências passadas. Hazzel (1971) apresentou uma solução para essa limitação, introduzindo o fator risco no modelo determinista convencional através de uma aproximação linear do modelo média-variância de Markowitz (1952), denominada desvio médio absoluto da margem bruta total.

A estimativa não tendenciosa do desvio médio da margem bruta total (A) é dada por:

$$A = \frac{1}{s} \sum_{h=1}^s \left| \sum_{j=1}^n (c_{hj} - g_j) x_j \right| \quad (29)$$

onde:

s = número de observações numa amostragem aleatória de margens brutas;

g_j = média amostral das margens brutas da atividade j ;

c_{hj} = margem bruta da h -ésima observação da j -ésima atividade ($j = 1, \dots, n$ e $h = 1, \dots, s$);

x_j = nível da j -ésima atividade.

No MOTAD, obtêm-se a fronteira de eficiência minimizando a relação margem bruta esperada – desvio absoluto médio da margem bruta total (E-A). A solução

deste problema é obtida através da programação linear convencional, parametrizando-se o valor da margem bruta desde o valor dado pela solução da programação linear até valores próximos de zero. Tem-se que:

$\sum_{h=1}^s y_h^+$ = soma dos valores absolutos dos desvios positivos da margem bruta ao redor da média esperada e

$\sum_{h=1}^s y_h^-$ = soma dos valores absolutos dos desvios negativos da margem bruta ao redor da média esperada.

Como a soma dos desvios positivos da média é igual à dos desvios negativos, o modelo de programação linear pode ser resolvido pela minimização da soma dos valores absolutos dos desvios negativos das margens brutas totais em torno da média.

Hazzel (1971) destaca os seguintes pontos positivos de seu modelo de Minimização do Desvio Absoluto Total:

- o critério E-A permite a geração da fronteira eficiente mediante o uso de rotinas de programação linear;
- o modelo é consistente com o Teorema da Separação, o que, segundo Araújo (1997) permite uma solução geral para o problema de diversificação da propriedade rural através de uma opção com menor nível de risco;
- também há consistência com a especificação de probabilidade de ocorrência de diferentes níveis de receita para cada atividade agropecuária. Assumindo a normalidade das séries históricas das margens brutas e também que as mesmas não são estocásticas, as probabilidades podem ser obtidas de tabelas estatísticas;
- o desvio absoluto médio da receita considera inter-relações entre as margens brutas das atividades, reconhecendo a natureza mutuamente exclusiva dos vetores amostras das mesmas, em conjunto com suas frequências relativas.

Não obstante, Peres (1976) e Peres (1981) destacam as seguintes limitações do modelo Minimização do Desvio Absoluto Total:

- considerar apenas os dois primeiros momentos de uma distribuição (média e variância), de forma que muitas informações são perdidas. O fato do terceiro momento (assimetria) ser desconsiderado implica na pressuposição de que as probabilidades de ocorrência de eventos (receitas brutas, no caso do presente estudo) maiores e menores que a média são iguais. Ressalta-se que ocorrência de receitas brutas superiores à média são desejáveis, ao contrário das inferiores;
- a escolha da variância, ou do desvio absoluto com relação à média como *proxy* para o risco é arbitrária, visto que qualquer medida de dispersão em torno de uma medida de valor central pode ser utilizada;
- somente são considerados os riscos associados à receita, sendo que os riscos associados às variações nas quantidades disponíveis e preços de insumos não são computados;
- dificuldade de determinar-se o ponto de equilíbrio na fronteira de eficiente, pois essa informação depende de pressuposições sobre a forma explícita das funções de utilidade dos agentes econômicos, algo muito difícil de ser estimado.

O modelo MOTAD, proposto por Hazzel (1971) tem a seguinte formulação:

Minimizar

$$\sum_{h=1}^s y_h^- \quad (30)$$

Sujeito a:

$$\sum_{j=1}^s (c_{hj} - g_j) x_j + y_h^- \geq 0 \quad (\text{para todo } h = 1, \dots, s) \quad (31)$$

$$\sum_{j=1}^n f_j x_j = \mathbf{I} \quad (\mathbf{I} = 0, \dots, \infty) \quad (32)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad (\text{para todo } i, i = 1, \dots, m) \quad (33)$$

onde:

x_j = nível da j-ésima atividade;

f_j = margem bruta esperada da j-ésima atividade;

a_{ij} = demanda do i -ésimo recurso pela j -ésima atividade;

b_i = nível do fator limitante associado à i -ésima restrição;

n = número de atividades;

m = número de restrições;

λ = coeficiente de parametrização, que varia a partir de zero até a solução máxima dada pela programação linear.

Visto que o modelo é paramétrico, Araújo (1997) ressalta que há um conjunto de soluções eficientes e a escolha de uma delas depende da função de utilidade do produtor rural, ou seja, de seu comportamento perante o risco. No próximo item é apresentada uma sucinta revisão sobre as atitudes dos agentes econômicos, principalmente produtores rurais, perante o risco, incluindo procedimentos para calcular seus coeficientes de aversão ao risco.

3.1.3 Determinação do coeficiente de aversão ao risco

O modelo Minimização do Desvio Absoluto Total permite que o agricultor escolha entre diferentes combinações de risco e receita, definidas na fronteira de eficiência, de acordo com seu mapa de utilidade (curvas de indiferença). Sendo assim, Peres (1976) explica que a função utilidade do produtor rural não dependerá apenas da receita, mas também do nível de risco associado às atividades agropecuárias. A equação (34) ilustra a utilidade do produtor rural como uma função da receita e do risco:

$$U = U(E, V) \tag{34}$$

onde E representa receita e V o nível de risco.

Vários autores afirmam que os produtores rurais são avessos ao risco, isto é, preferem planos de exploração agropecuária que lhes confirmem menor nível de receita, porém com alta probabilidade de ser atingida (Anderson et al., 1977; Shapiro et al, 1993; Backus et al, 1997, entre outros). Neste caso, de acordo com Peres (1976), o incremento

de receita é considerado um resultado desejável ($\delta U/\delta E > 0$), enquanto que a elevação do nível de risco consiste em um efeito negativo ($\delta U/\delta V < 0$).

O método adotado nesta pesquisa para a determinação dos coeficientes de aversão ao risco dos produtores da região de Marília será o mesmo descrito por Peres (1976). O autor explica que o procedimento para obtenção do coeficiente de aversão ao risco dos produtores rurais envolve a construção do mapa de utilidade dos mesmos. Com base em dados amostrados, pode-se estimar o ponto sobre a fronteira de eficiência em que o produtor está localizado, o qual corresponde a um nível de risco (V_i) e um valor de receita (E_i). O ponto (E_i, V_i) sobre a fronteira de eficiência é a única informação disponível para derivar a curva de indiferença do produtor rural. Ora, se o agricultor escolheu a combinação (E_i, V_i), então nesse ponto uma curva de indiferença de seu mapa de utilidade tangencia a fronteira eficiente. Portanto, a tangente à fronteira eficiente naquele ponto fornece o coeficiente de aversão ao risco do agricultor. Essa taxa marginal de substituição entre risco e retorno, ou coeficiente de aversão ao risco, é medida no ponto de tangência (B_0) entre a curva de indiferença e a fronteira de eficiência (figura 3) e é obtida pela equação (36).

$$TMS_{RE} = \frac{dE}{dV} = \mathbf{q} \quad (35)$$

$$E = \mathbf{d} + \mathbf{q}V \quad (36)$$

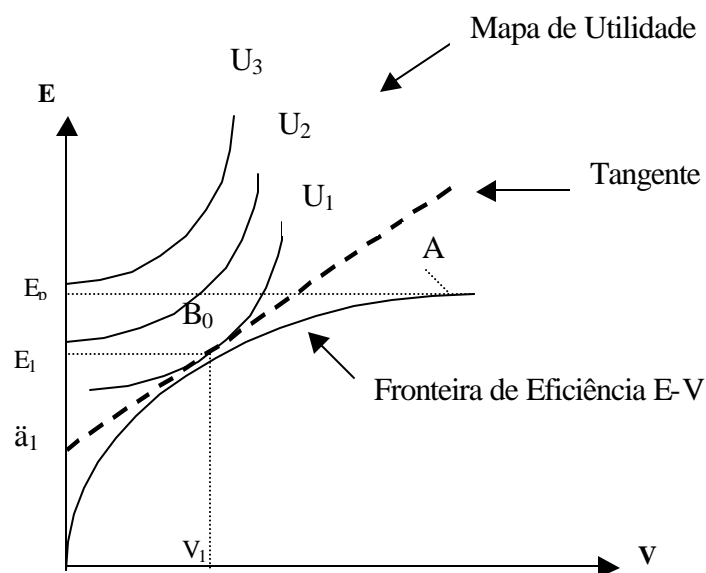


Figura 3 - Taxa Marginal de Substituição entre Retorno (R) e Risco (V).

Fonte: Peres (1976)

A Figura 3 ilustra o espaço bi-dimensional retorno-risco, onde estão o mapa de utilidade do produtor rural (do qual estão representadas as curvas de indiferença U₁, U₂ e U₃) e o conjunto dos possíveis planos de exploração agropecuária (fronteira eficiente). Peres (1976) ressalta que curvas de indiferença mais elevadas indicam maiores níveis de utilidade e que os formatos das curvas U₁, U₂ e U₃ correspondem ao conceito de aversão ao risco, isto é, possuem inclinação positiva. Sendo assim, níveis crescentes de receita são necessários para compensar maiores níveis de risco. O autor também demonstra que a tradicional maximização do lucro é um caso particular deste modelo, onde se assume que o indivíduo é neutro ao risco, de forma que suas curvas de indiferença são linhas horizontais e o segmento de reta E_pA corresponde à máxima utilidade (na fronteira eficiente, o ponto A corresponde à máxima receita).

É importante ressaltar que no modelo proposto por Peres (1976) é feita a pressuposição de que a curva de indiferença correspondente ao plano de exploração escolhido pelo produtor rural é uma linha reta tangente ao respectivo ponto da fronteira eficiente. Portanto, assume-se que a taxa marginal de substituição entre retorno e risco é constante em todos os pontos.

Neste ponto encerra-se o referencial teórico sobre a metodologia aplicada nesta dissertação de mestrado. O próximo item contém uma descrição detalhada dos procedimentos adotados e a especificação dos dados utilizados nas análises.

3.2 Procedimento metodológico

3.2.1 Organização e análise dos grupos focais

O objetivo dos grupos focais realizados no Escritório de Desenvolvimento Rural de Marília foi identificar os sistemas de produção agropecuária relevantes para esta pesquisa. Para definir o número de grupos focais necessários, o EDR de Marília foi dividido em sub-regiões caracterizadas por deterem uma exploração agropecuária predominante. Esta divisão foi baseada nas estatísticas do Instituto de Economia Agrícola e no conhecimento empírico dos engenheiros agrônomos da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral - CATI Regional Marília. Desta forma, foram obtidas 4 sub-regiões onde predominam cafeicultura, pecuária extensiva, pequenas e médias propriedades diversificadas e plasticultura, conforme ilustrado na Figura 4.

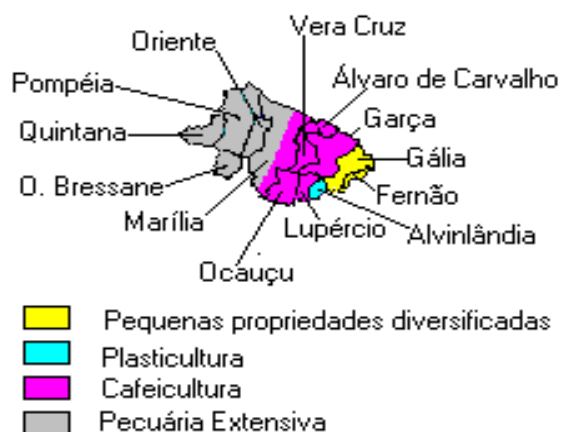


Figura 4 – Atividades agropecuárias predominantes nas sub-regiões do EDR de Marília.

Os participantes dos grupos focais, bem como os locais das entrevistas foram escolhidos com o auxílio dos técnicos da CATI Regional Marília. Procurou-se selecionar agricultores e outros profissionais ligados à agricultura com amplo conhecimento do tipo de agricultura praticado na região. Na Tabela 9 estão descritos os locais, número de participantes e duração dos cinco grupos focais realizados.

Tabela 9. Local, tamanho e duração dos grupos focais realizados no EDR de Marília, 2000.

Grupo Focal	Componentes	Duração
Garça	10 produtores rurais de Garça, Gália, Fernão e Vera Cruz	2 horas
Alvinlândia	12 produtores rurais de Alvinlândia	1 hora e 10 minutos
Avencas	8 produtores rurais de Avencas e Rosália (distritos de Marília)	1 hora
Avencas	12 engenheiros agrônomos que atuam no EDR de Marília	2 horas
Oscar Bressani	8 produtores rurais de Oscar Bressani	1 hora

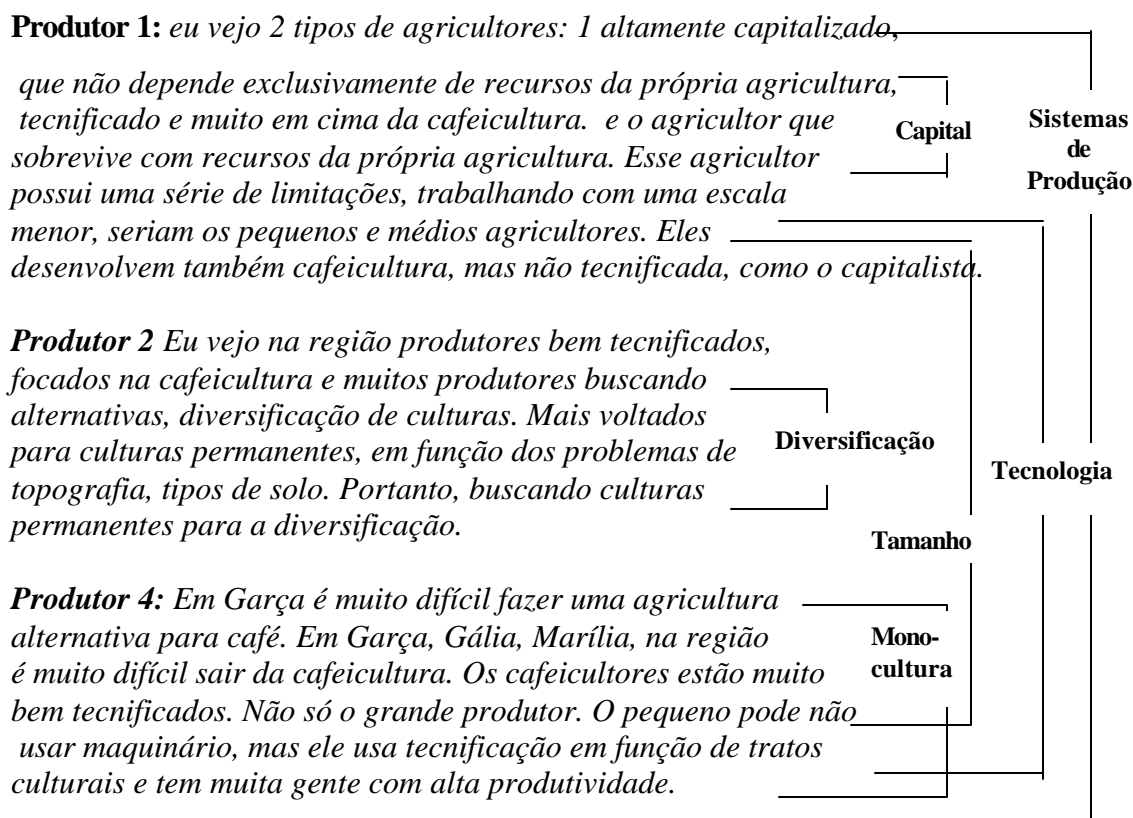
Fonte: Dados de pesquisa

Os grupos focais foram realizados em locais de fácil acesso para os agricultores, dentro da região em estudo e seguindo as recomendações de Barbour & Kitzinger (1999); Templeton (1994) e Bader & Rossi. Além dos componentes, os grupos contaram com a presença de um moderador e um observador, responsável por anotar os comentários e atitudes de cada membro. Com a anuência dos participantes, as discussões foram gravadas em fitas K7 para facilitar a elaboração do relatório.

A principal vantagem da utilização de grupos focais é a riqueza e detalhamento das informações geradas. Entretanto, esse conjunto de dados ricos e complexos pode ser desperdiçado com o emprego de um método impróprio de análise. Frankland & Bloor (1999) comentam o equívoco cometido por alguns pesquisadores ao utilizarem a análise seletiva para interpretar os dados obtidos no grupo focal, pois essa técnica ignora muitas informações que poderiam ser úteis para a pesquisa. Os mesmos autores esclarecem que a interpretação dos dados inicia-se pela indexação do texto, que é um subsídio para a análise final. O processo de indexação consiste em reunir todos os dados referentes a um tema sob um cabeçalho, de forma que o material torne-se facilmente manejável para os propósitos da análise. A técnica pode ser resumida em três itens:

- leitura do texto para identificar palavras e expressões que se repetem;
- nova leitura do texto, iniciando o processo de associar índices às palavras e expressões identificadas. Cada pedaço do texto é designado para muitos e não exclusivos índices, podendo ser associado a tantos tópicos de análise quanto possível. No início do processo os índices são amplos, por exemplo, o primeiro índice engloba todo o corpo do texto;
- o processo de indexação é cíclico, de forma que a cada leitura surgem novos índices que englobam partes menores do texto.

Como ilustração, apresenta-se um exemplo do processo de indexação em um trecho da transcrição do grupo focal realizado no município de Garça:



Com a indexação completa é possível visualizar o foco da análise. Conforme já explicado, deve-se aplicar um método analítico que permita o aproveitamento de todos os ricos e complexos dados oferecidos pelo grupo focal. Frankland & Bloor (1999) sugerem que seja utilizada a análise sistemática, a qual possui vários tipos, como a indutiva e a lógica. Em seu artigo, os autores concentram-se na análise indutiva, cujo objetivo é derivar proposições que se aplicam de forma geral a todos os dados. A generalidade das proposições é alcançada focando-se nos “casos de desvio”, isto é, nos itens indexados que contradizem a proposição analítica. Devido a isso, a análise indutiva também é chamada de **análise dos casos de desvio**.

Para realizar a interpretação dos dados, o analista deve modificar a proposição original, incluindo os casos de desvio. Por exemplo: “*todos os produtores estão endividados e enfrentam dificuldades para aplicar tecnologia de ponta em suas atividades, exceto os que possuem uma fonte de renda não agrícola*”. De uma maneira

alternativa, os casos de desvio podem ser eliminados modificando a definição da população à qual a proposição analítica aplica-se. Por exemplo, pode-se encontrar que todas as exceções à proposição *“todos os produtores estão endividados e enfrentam dificuldades para aplicar tecnologia de ponta em suas atividades, exceto os que possuem uma fonte de renda não agrícola”* vêm de grandes monocultores de café. Portanto a proposição original deve ser restrita aos pequenos e médios agricultores e aos grandes produtores que não cultivam café.

Por ambos os caminhos (modificação da definição da população, ou modificação da proposição analítica), os casos de desvio devem ser eliminados. Os dois procedimentos evitam uma análise seletiva dos dados e proporcionam um método sistemático de análise, pois a concentração nos “casos de desvio” força o analista a rever as proposições e definições, evitando a perda de dados. Além disso, a necessidade de eliminar todos os “casos de desvio” é um estímulo para estender a análise, impedindo seu encerramento prematuro.

Por outro lado, muitas vezes o método indutivo necessita que sejam coletados novos dados após o início da análise, para subsidiar a formulação das hipóteses. Entretanto, é muito difícil reconstituir um mesmo grupo focal para coletar novas informações. Quando não há possibilidades de obter-se dados adicionais no decorrer da análise, há o risco de coletar-se mais dados que o necessário, tornando a análise “lenta e pesada”, ou então de descobrir-se que faltam informações durante a interpretação dos dados. Essas adversidades são evitadas com uma definição clara e precisa do objetivo do grupo focal, antes de sua realização.

O analista também pode enfrentar problemas com o método indutivo devido à complexidade dos dados obtidos através de grupos focais, que dificulta a identificação dos casos de desvio. Por exemplo, a transcrição dos grupos focais pode conter várias frases inacabadas, muitas vezes porque a pessoa foi interrompida, ou silenciada por outros membros não concordarem com seu ponto de

vista. Esse tipo de problema pode ser resolvido com uma boa atuação o moderador, ou então, deve-se desconsiderar potenciais casos de desvio devido a ambigüidades que não podem ser resolvidas na interpretação.

As informações obtidas nos cinco grupos focais foram analisadas detalhadamente utilizando-se o método indutivo, gerando hipóteses sobre os sistemas de produção agropecuária existentes na região de Marília. Posteriormente, essas hipóteses foram testadas com o uso da análise discriminante, sendo que, o item 3.2.2 descreve os procedimentos adotados para a coleta dos dados e realização da análise.

3.2.2 Definição da amostra para a análise discriminante

As hipóteses sobre existência de diferentes sistemas de produção agropecuária na região de Marília formuladas a partir das cinco entrevistas em grupo foram testadas através da análise discriminante. Com base nas informações obtidas nos grupos focais sobre variáveis tipificadoras e características gerais dos diferentes sistemas foi formulado um questionário (Anexo) aplicado em entrevistas individuais com 109 agricultores da região. O objetivo das entrevistas individuais foi de atribuir valores às variáveis pré-selecionadas, possibilitando a realização da análise discriminante.

Os produtores rurais foram pré-classificados nos sistemas de produção sugeridos pelos resultados dos grupos focais, com base nas atividades desenvolvidas nas propriedades. A seleção dos agricultores entrevistados foi aleatória, com base nas listas de associados fornecidas pela AFRUVEC e Cooperativa dos Cafeicultores de Garça – GARCAFÉ. Foram selecionados agricultores apenas dos municípios de Álvaro de Carvalho, Alvinlândia, Gália, Garça, Fernão, Lupércio, Ocaçu e Vera Cruz, por serem as cidades com maior concentração de propriedades cafeicultoras (Tabela 10). É importante lembrar que o objetivo desta pesquisa é avaliar o comportamento dos cafeicultores da região de Marília perante o risco, conforme especificado no capítulo 1, e por isso não foram aplicados questionários com produtores que não cultivam café.

Também é válido ressaltar que o número de propriedades rurais selecionadas foi significativo, uma vez que corresponde a aproximadamente 11% do total de unidades de produção de café dos municípios supracitados, segundo informações da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo.

Tabela 10. Concentração de propriedades cafeicultoras nos municípios que compõem o EDR de Marília – 1996.

Município	Número Total de Propriedades Rurais	Número de Propriedades Cafeicultoras	Participação (%)
Garça	639	430	67%
Vera Cruz	250	137	55%
Álvaro de Carvalho	115	62	54%
Alvinlândia	124	54	44%
Lupércio	151	65	43%
Gália	317	124	39%
Ocaucu	373	143	38%
Marília	987	139	14%
Oriente	134	16	12%
Pompéia	433	28	6%
Oscar Bressane	235	13	6%
Quintana	254	14	6%

Fonte: LUPA/SAA – 1996

Nota: Os dados referentes ao município de Fernão estão inclusos nos de Gália, uma vez que em 1996 o referido município ainda não havia sido criado.

3.2.3 Procedimentos adotados na geração das fronteiras de eficiência

Depois de identificados os sistemas de produção de café da região de Marília, iniciou-se o levantamento dos dados para a geração das fronteiras de eficiência e determinação dos coeficientes de aversão ao risco dos agentes de cada sistema. A partir das listagens de associados da GARCAFÉ e AFRUVEC, foram selecionados aleatoriamente um produtor rural típico de cada sistema de produção, com base nos critérios obtidos nos resultados dos grupos focais e análise discriminante.

Para o levantamento dos dados necessários para a modelagem das propriedades foram realizadas entrevistas com os produtores selecionados, a partir de roteiros preestabelecidos. Nessas entrevistas foram obtidas as seguintes informações:

- área disponível para cultivo de produtos vegetais e/ou criação de animais na propriedade rural e os respectivos rendimentos;
- disponibilidade mensal de mão-de-obra, maquinaria e capital e
- coeficientes técnicos de produção. É importante ressaltar que os coeficientes técnicos das diferentes atividades foram confirmados junto a especialistas. Especificamente para a atividade de pecuária de corte, os coeficientes técnicos foram ratificados com base no trabalho de Valle et al. (1998).

3.2.3.1 Formulação dos modelos deterministas

O processo de geração das fronteiras eficientes envolveu inicialmente a formulação de modelos deterministas e, em um segundo momento, a construção de modelos em condições de risco. Os primeiros foram desenvolvidos com o objetivo de maximizar as margens brutas das propriedades selecionadas, considerando as atividades desenvolvidas nas mesmas. Ressalta-se que a margem bruta de uma atividade corresponde a sua receita total subtraída dos custos operacionais de produção. A receita média de cada atividade (r_j) foi calculada segundo a equação (37):

$$r_j = \sum_{i=1}^n q_{ij} p_{ij} \quad (25) \quad (37)$$

sendo q_{ij} o rendimento da cultura “j” no ano “i” (fornecido pelo agricultor) e p_{ij} o preço recebido pelo agricultor para a cultura “j” no ano “i”. Os custos operacionais foram estimados conforme proposto por Matsunaga (1976).

Para o cálculo da receita, foram utilizadas as informações de produtividade obtidas junto aos agricultores. Foram utilizados os preços médios recebidos pelos produtores do estado de São Paulo levantados pelo IEA/SAA, no período de 1997 a 2001. Não obstante, para as frutas maracujá azedo, murcote, poncã e

uva niágara não havia séries disponíveis de preços recebidos pelos agricultores, de forma que foram utilizados os preços médios da CEAGESP, do mesmo período. Como esses valores referem-se ao atacado, descontou-se 30% dos mesmos para estimar o preço recebido pelo agricultor. Essa percentagem foi obtida em entrevistas com técnicos do Departamento de Economia da CEAGESP.

No cálculo do custo operacional foram utilizados os coeficientes técnicos de produção levantados junto aos agricultores. Os preços dos defensivos, fertilizantes, corretivos, vacinas e sal mineral foram cotados junto aos estabelecimentos comerciais em que os agricultores selecionados realizam suas compras e referem-se à junho de 2002. O custos das operações de máquinas foram obtidos junto ao IEA/SAA e os salários e valores de diárias dos trabalhadores rurais foram fornecidos pelos Sindicatos Rurais de Garça e Vera Cruz e referem-se ao ano de 2002.

As atividades desenvolvidas nas propriedades competem pelos recursos disponíveis, de forma que foram consideradas como restrições do modelo de programação linear as disponibilidades de terra, capital, mão-de-obra e máquinas agrícolas, levantadas junto aos agricultores. Também foram incluídas outras restrições referentes a financiamento agrícola e disponibilidade de produtos para venda em cada mês. É importante ressaltar que a disponibilidade mensal de mão-de-obra e maquinário foi calculada de acordo com as condições climáticas da região, conforme a metodologia proposta por Mialhe (1974). Como não havia dados sobre o número de dias em cada mês com umidade do solo favorável ao trabalho das máquinas, utilizou-se como *proxy* para a região de Marília as informações contidas em Mialhe (1974) referentes à região de Jaú. É importante ressaltar que tais dados foram discutidos com os produtores selecionados e técnicos da região e, segundo os mesmos, estavam próximos à realidade.

Na modelagem das propriedades que cultivam café foram incluídas variáveis referentes à venda e estoque de café em cada mês do ano. Desta maneira, o modelo determinou épocas ótimas para venda e estoque de café, atingindo o objetivo de

maximização do lucro. O custo da estocagem do produto foi fornecido pela GARCAFÉ, onde grande parte dos produtores da região estoca suas produções. Na seção 4.3 consta a descrição detalhada das atividades e das restrições definidas para cada estabelecimento estudado.

Para simplificar o trabalho, principalmente em função da dificuldade de levantamento primário de coeficientes técnicos de produção, optou-se pela utilização de modelos estáticos. Portanto, como a maioria das atividades desenvolvidas na propriedade são culturas perenes, não foi possível permitir que o modelo variasse livremente as áreas cultivadas com esses produtos, já que não estavam considerados os investimentos relativos ao período de formação dessas culturas. Com o objetivo de enriquecer a análise, construiu-se dois cenários: no primeiro, considerou-se como área máxima de cada produto a cultivada atualmente e, no segundo, permitiu-se a redução e aumento de, aproximadamente, 20% das áreas atuais. Essa variação pode ser considerada razoável, mesmo em um modelo estático, uma vez que é comum as propriedades da região apresentarem cerca de 20 a 30% das áreas plantadas com culturas perenes formadas, porém ainda não produtivas.

Os modelos deterministas de maximização das margens brutas foram operacionalizados no *software* Lindo, versão 6.1.

3.2.3.2 Formulação dos modelos sob condições de risco

Conforme já especificado na seção 3.1.2.1, o risco foi introduzido no modelo determinista de programação linear utilizando-se o MOTAD. Desta forma, o objetivo da programação foi minimizar o risco, mensurado pelos desvios absolutos em relação às receitas esperadas pelos produtores. Nas pesquisas de Zen (2002) e Fasiaben (2002) os desvios foram considerados como sendo os resíduos de regressões lineares entre preços recebidos, produtividades e receitas dos produtores rurais. Como as propriedades estudadas por esses autores cultivavam culturas anuais, partiu-se do

pressuposto que os agricultores são capazes de visualizar tendências lineares de preços, as quais interferem significativamente na decisão sobre o que produzir. No entanto, os estabelecimentos agrícolas analisados nesta dissertação cultivam apenas culturas perenes, de forma que no curto prazo as variações de preços não afetam diretamente a ocupação do solo das propriedades. Diante disso, os desvios em relação à média (D_{ij}) foram calculados conforme sugerido por Figueiredo et al. (1993):

$$D_{ij} = q_{ij} p_{ij} - r_j \quad (38)$$

onde D_{ij} é desvio em relação à receita média da cultura j no ano i e r_j refere-se à receita média da atividade j e é definida como:

$$r_j = \frac{\sum_{i=1}^n q_{ij} p_{ij}}{n} \quad (39)$$

sendo q_{ij} a produtividade da cultura “ j no ano “ i ” e p_{ij} o preço recebido pelo agricultor para a cultura “ j ” no ano “ i ”.

Praticamente todas as produtividades foram expressas em função da área física (ha), havendo apenas duas exceções. Para a atividade pecuária de corte, por não haver série disponível de produtividade para a região, admitiu-se produtividade física constante (baseada nos dados fornecidos pelo produtor rural) e os desvios somente foram calculados em relação aos preços. O segundo caso refere-se aos modelos que incluíam as variáveis de venda e estoque mensais de café. Nessas situações a variação produtividade do café foi expressa em termos relativos a de 2001, eliminando-se, desta forma, a unidade ha. Essa atitude foi tomada porque não haveria sentido em expressar a produtividade da atividade “venda de café” em sacos/ha.

A fronteira eficiente é gerada parametrizando-se, no MOTAD, o valor das margens brutas esperadas de zero até o valor máximo obtido no modelo determinista de programação linear. Desvios em relação a essa fronteira são considerados medidas da ineficiência dos sistemas produtivos. No entanto, Peres (1976) admite que um agricultor pode estar operando abaixo de sua fronteira eficiente em função do modelo não

incorporar todas as suas características comportamentais ou outras informações relevantes.

3.2.3.3 Análise de Sensibilidade

Para os modelos deterministas foi realizada uma análise após a obtenção das soluções ótimas, isto é, as combinações mais eficientes de atividades para os sistemas estudados. Segundo Hillier & Lieberman (1995) esta análise é denominada “análise de sensibilidade” e é especialmente importante para as aplicações de programação linear, pois fornece informações sobre os parâmetros que afetam mais significativamente os resultados. Os mesmos autores esclarecem que os parâmetros interpretados na referida análise são os que não podem ser alterados sem que haja modificação na solução ótima. Na presente pesquisa serão realizados os seguintes passos da análise de sensibilidade:

- análise do preço sombra: segundo Caixeta Filho (2000), “o preço-sombra representa a alteração no valor da função objetivo a partir do acréscimo de uma unidade no limite da restrição atuante”. A restrição atuante, por sua vez, é aquela cujo recurso está sendo totalmente utilizado, ou ainda, aquela cujo preço-sombra é não nulo. Portanto, o preço-sombra indica o valor marginal de cada recurso existente nos sistemas analisados (terra, capital, máquinas agrícolas, mão-de-obra, entre outros) e quais são os mais limitantes para a obtenção de melhores resultados;
- análise do *right hand side* (RHS): O RHS representa o limite das restrições do problema. A análise de sensibilidade do RHS determina o limite de variação da disponibilidade de recurso para o qual o preço sombra é válido;
- análise dos coeficientes da função objetivo: determina o limite de variação dos coeficientes da função objetivo para o qual a solução ótima permanece inalterada. Segundo Caixeta Filho (1998), esta análise indica o nível de incerteza dos referidos coeficientes, o que possui especial importância para esta pesquisa. Isto porque grande parte dos produtores rurais entrevistados não utilizam técnicas de planejamento e

controle da produção, de forma que os coeficientes técnicos utilizados na modelagem dos sistemas de produção não estão baseados em registros formais.

3.2.4 Determinação dos coeficientes de aversão ao risco

A fronteira gerada pelo MOTAD consiste em um conjunto de decisões eficientes, que expressam o risco envolvido para atingir determinado nível de receita bruta, cabendo ao tomador de decisão a escolha daquele que seja compatível com suas preferências (maior ou menor aversão ao risco).

Conforme especificado na seção 3.1.3, os coeficientes de aversão ao risco dos agricultores atuantes nos sistemas de produção estudados serão calculados com base na metodologia descrita por Peres (1976). Ou seja, calculou-se o ponto representativo do sistema estudado, cuja ordenada equivale ao somatório das margens brutas das atividades e a abscissa à soma dos desvios negativos em relação às receitas esperadas. No presente estudo, todos os pontos representativos dos sistemas atuais encontraram-se abaixo das respectivas fronteiras de eficiência, de forma que se utilizou o método da distância euclidiana (Chiang, 1982) para minimizar as distâncias desses pontos em relação à fronteiras. Sendo assim, para cada sistema determinou-se o ponto sobre a fronteira correspondente ao ponto ótimo da maximização da utilidade. Os coeficientes de aversão ao risco corresponderam às inclinações das retas naqueles pontos (é importante lembrar que a fronteira de eficiência gerada pelo MOTAD é composta por uma série de segmentos de reta).

No próximo capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos em cada uma das análises efetuadas nesta pesquisa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Tipificação dos sistemas de produção agropecuária da região de Marília

4.1.1 Grupos focais

Conforme descrito na seção 3.2.1, análise indutiva foi o método utilizado no presente trabalho para analisar os grupos focais e por meio dela foi possível identificar a existência de cinco sistemas de produção na região de Marília: (i) monocultura de café; (ii) pequena e média propriedade diversificada; (iii) cafeicultura e pecuária; (iv) pecuária extensiva e (v) pequena propriedade leiteira diversificada.

A monocultura de café foi um sistema de produção identificado a partir da análise dos grupos focais. Tal sistema, embora presente em todo o EDR de Marília, é predominante nos municípios de Garça, Gália, Vera Cruz, Fernão, Lupércio e Alvinlândia. Esse tipo de exploração é realizado por dois tipos de agricultores: a) o proprietário de até 100 alqueires, que geralmente trabalha com mão-de-obra familiar (não exclusiva), cuja única fonte de renda é a agricultura e depende de financiamento bancário para manter a atividade, por isso está descapitalizado; b) o proprietário que tem uma atividade não agrícola como principal fonte de receita, geralmente com áreas superiores a 100 alqueires, onde não há mão-de-obra familiar. Este tipo de produtor não depende do crédito agrícola e está constantemente injetando recursos provenientes de atividades não agrícolas na cafeicultura, por isso trabalha com tecnologia de ponta, incluindo maquinário.

O desinteresse dos monocultores em diversificar suas propriedades, inclusive dos descapitalizados, ficou evidente durante as entrevistas. Mesmo tendo enfrentado algumas fases de preços baixos do ciclo plurianual do café, os produtores insistem em afirmar que qualquer tentativa de diversificação não terá sucesso e apenas causará prejuízo. As tentativas de diversificação com as culturas do cacau, seringueira e mesmo algumas frutas, realizadas a partir da década de 60, foram lembradas com desprezo, como se pode observar no comentário: *“a melhor alternativa para a cafeicultura, que eu via na época, era café”*. Esse cenário indica que os monocultores podem estar ocupando uma posição na fronteira de eficiência em que o elevado nível de risco é compensado pela receita. Isto é, supõe-se que o coeficiente de aversão ao risco desses agricultores é baixo. Além disso, tais comentários esclarecem que a cafeicultura é uma atividade que continuará tendo grande importância para a região, pois dificilmente será abandonada pelos produtores rurais.

A facilidade de acesso à tecnologia de produção de café também contribui muito para a existência da monocultura. Todos os produtores estão constantemente informados sobre as novas técnicas de aplicação de defensivos e fertilizantes, novas variedades e sistemas de plantio que geram maiores produtividades. Há vários veículos de difusão das tecnologias, entre eles as cooperativas, a CATI, empresas de insumos e os próprios cafeicultores. Os produtores mais capitalizados e interessados estão freqüentemente inovando suas técnicas de produção e mesmo os menores, apesar de não utilizarem tecnologia de ponta, também buscam inovar dentro de seus limites, para atingir maiores produtividades.

Para os monocultores a cafeicultura é sinônimo de segurança na comercialização e facilidade de crédito. Alguns comentários ratificam essa afirmação:

“ (...) todas as outras tentativas de fruticultura não lhe garantem segurança em termos de mercado. O café dá uma estabilidade para o produtor. Essa que é a grande vantagem. Você produz, guarda, você pode se endividar, fazer o que quiser, mas se sente seguro em termos de produção”;

“O potencial da região é o café, porque não tem outra coisa. Não tem uma usina que beneficia soja, milho, não têm posto para levar para o CEASA a parte de olericultura. Todo mundo está voltado para o café.”;

“A cafeicultura tem mais facilidade ao crédito. Não diretamente ao banco, mas através do processo de cooperativa e das próprias firmas. Então, para comprar um insumo ele te financia. Não precisa ir ao banco, que tem aquela série de impedimentos, que não deixam que você tenha acesso (...)”.

Realmente, o mercado do café é muito desenvolvido e existem várias alternativas de crédito e comercialização para os produtores, como a CPR, financiamento via cooperativa etc.

Outro sistema de produção, também muito comum na região, é o da pequena e média propriedade diversificada. Nessas propriedades há a presença da cafeicultura e de outras atividades, como a plasticultura no município de Alvinlândia, a sericicultura em Gália e a fruticultura em todo o EDR. A diversificação é realizada principalmente com culturas permanentes, em função da topografia e do tipo de solo da região, que não permite revolvimento constante. Nessas propriedades é comum a presença da mão-de-obra familiar, embora não exclusivamente, e da adoção do sistema de parceria, como forma de reduzir os custos de produção. Geralmente, é um sistema de produção com baixa mecanização. Além disso, os proprietários estão descapitalizados, pois vivem exclusivamente da agricultura, o que explica a falta de tecnologia de ponta e de investimentos na propriedade.

A análise dos grupos focais deixa claro que a maioria dos pequenos e médios produtores está constantemente buscando novas alternativas de cultivo, pois dependem disso para sobreviver. Com base nos comentários dos agricultores supõe-se que a renda proveniente da monocultura desenvolvida em pequena escala não é suficiente para sustentar a família do produtor e muito menos para manter sua propriedade, o que favorece o crescimento do êxodo rural. Muitas pequenas propriedades estão transformando-se em loteamentos de chácaras, zonas de lazer, e outras estão sendo

englobadas por grandes propriedades. Os seguintes trechos extraídos dos grupos focais subsidiam essa afirmação:

“Os pequenos produtores não conseguem renda. Está havendo uma substituição desses pequenos proprietários. Alguns que estão lá são aqueles que ainda, por raiz de família, tentam manter a propriedade. Uma luta até com patrimônio de família, mas com dificuldade de sobrevivência. Mas não tem renda, apesar de aplicar tecnologia”.

“O pequeno proprietário, fundo de Gália e Fernão, tem uma propriedade, que não auferem renda para sobrevivência, são sub-assalariados”.

“O grande tabu hoje é a diversificação, porque o pequeno não pode sobreviver de monocultura. Apenas um tropeço e entra em falência”.

Com base na teoria econômica, pode-se concluir que a diversificação é o reflexo do comportamento desses agricultores na presença do risco. A maioria dos pequenos e médios produtores não consegue sobreviver aos períodos de baixos preços do ciclo plurianual do café, principalmente aqueles que não modernizam a produção, com investimentos em mecanização e tecnologia para elevar a produtividade. Ao combinar outras atividades com a cafeicultura, esses agricultores buscam deslocar suas fronteiras de eficiência para pontos de maior retorno e menor flutuação de receita.

Também existe, embora em menor frequência o sistema de produção que combina cafeicultura e pecuária, esta sendo uma atividade secundária, com baixa produtividade e aplicação de tecnologia, apenas para aproveitar áreas inaptas ao cultivo do café. O comportamento dos produtores que atuam nesse sistema é semelhante ao dos monocultores de café, pois a cafeicultura é sua principal fonte de receita.

O sistema de produção pecuária extensiva, desenvolvida em grandes propriedades, é predominante nos municípios de Marília, Oscar Bressani e Pompéia, embora também exista com menor frequência na região cafeicultora. Grande parte dos pecuaristas da região não realiza investimentos em melhoramento genético e manejo de pastagens, o que resulta em uma atividade com baixa tecnificação, caracterizada por

baixo número de unidades animais por hectare e pastagens degradadas. Desta forma, supõe-se que os pecuaristas da região de Marília estão ocupando uma posição na fronteira de eficiência em que o retorno é baixo, mas compensado por um baixo nível de risco. Essa situação pode ser explicada pela hipótese da utilidade marginal do lazer dos pecuaristas ser maior que a utilidade marginal da renda, isto é, quanto menor o tempo despendido tomando conta da propriedade, maior o nível de satisfação desses produtores.

Também é freqüente o sistema da pequena propriedade leiteira diversificada, onde está presente a mão-de-obra familiar, embora não exclusivamente. Embora a pecuária leiteira proporcione um baixo nível de renda aos produtores, ela é interessante pela liquidez diária de receita. Esses pequenos pecuaristas diversificam a atividade principalmente com a fruticultura, sendo comum o arrendamento de pastagens degradadas para expandir o cultivo de frutas, o que leva à hipótese que essa atividade desloca suas fronteiras de eficiência para um ponto de maior nível de renda.

Em suma, a partir dos grupos focais foi possível identificar previamente a existência de cinco sistemas de produção agropecuária na região de Marília, sendo eles: (i) monocultura de café; (ii) pequena e média propriedade diversificada; (iii) cafeicultura e pecuária; (iv) pecuária extensiva; (v) pequena propriedade leiteira diversificada. Uma vez que o objetivo desta pesquisa é identificar o comportamento dos produtores de café na presença do risco, não serão considerados todos os sistemas de produção identificados a partir dos grupos focais. Somente serão analisados os sistemas em que a cafeicultura está presente, isto é, os monocultores, os pequenos agricultores de produção diversificada e os produtores que associam a cafeicultura e a pecuária.

Nas discussões dos grupos focais também ficaram evidentes alguns elementos importantes para a diferenciação dos sistemas de produção supracitados. Dentre eles podem ser listados:

- (i) área da propriedade;
- (ii) grau de diversificação da propriedade, que pode ser medido pelo nível de concentração da receita da propriedade em cada atividade agropecuária;
- (iii) tipo de mão-de-obra utilizada (familiar ou assalariada);
- (iv) grau de mecanização da propriedade rural;
- (v) acesso ao crédito rural tradicional, ou a outros tipos de financiamentos, como Cédula do Produtor Rural (CPR), troca de produtos por insumos, ou ainda financiamento via cooperativas;
- (vi) aplicação de capital proveniente de fonte não agrícola na propriedade rural;
- (vii) estado de conservação das máquinas, implementos agrícolas e benfeitorias da propriedade;
- (viii) nível de escolaridade da família proprietária;
- (ix) a tradição agrícola da família, isto é, o número de gerações que a família pratica agricultura;
- (x) a participação do agricultor em associações, cooperativas e sindicato rural.

Sendo assim, a partir dos grupos focais foi possível formular a hipótese de existência de três tipos de sistemas de produção de interesse para o presente estudo, a monocultura de café, a pequena propriedade diversificada e o sistema que associa cafeicultura e pecuária, bem como os elementos que os caracterizam. Essa hipótese será testada a partir da análise discriminante, método estatístico utilizado por Fortes (1981) na tipificação de sistemas de produção. Têm-se, portanto, as seguintes hipóteses da nulidade (H_0) e alternativa (H_a):

H_0 : Há um único sistema de produção agropecuária para os municípios considerados.

H_a : Há diferentes sistemas de produção na região.

Se a hipótese da nulidade não for rejeitada será gerada apenas uma fronteira de eficiência para todos os agricultores. Caso H_0 seja rejeitada, devem ser

geradas três fronteiras de eficiência, de forma que cada sistema de produção seja analisado separadamente.

4.1.2 Validação dos resultados dos grupos focais através da análise discriminante

Com auxílio dos grupos focais foram pré-identificados três sistemas de produção relevantes para o presente estudo: (i) monocultura de café. (ii) cafeicultura e pecuária e (iii) pequena propriedade diversificada. Para corroborar a existência desses três distintos sistemas foi usada a análise discriminante, de forma a completar o processo de tipificação de sistemas agropecuários, conforme proposto por Fortes (1981).

Conforme já detalhado no item 4.1, através dos grupos focais também foi possível selecionar algumas variáveis com potencial discriminador dos sistemas pré-identificados. Com base nessas informações elaborou-se o questionário (Anexo), a partir do qual foram levantados valores dessas variáveis através de entrevistas com 109 agricultores da região, cujo processo de amostragem foi descrito no item 3.2.2. Dos 109 proprietários rurais entrevistados, 39 eram monocultores de café, 28 combinavam as atividades de pecuária e cafeicultura e 42 eram proprietários de áreas diversificadas. Com os resultados das entrevistas foi possível atribuir valores a 17 variáveis, determinadas com base nas informações coletadas nos grupos focais:

X₁: área da propriedade (ha);

X₂: participação da renda da principal atividade agropecuária no total da receita bruta da propriedade (%);

X₃: número de trabalhadores familiares;

X₄: número de trabalhadores assalariados;

X₅: valor do último financiamento através do crédito rural convencional (R\$);

X₆: valor do último financiamento obtido através de CPR, troca de produtos por insumos, ou através da cooperativa (R\$);

X₇: valor da renda não agrícola (R\$/mês);

X₈: valor do capital proveniente de fonte não agrícola aplicado na propriedade (R\$/mês);

X₉: área da propriedade em que são realizados tratos mecanizados (ha);

X₁₀: estado de conservação das máquinas e implementos agrícolas existentes na propriedade (nota de 1 a 10);

X₁₁: estado de conservação das benfeitorias existentes na propriedade (nota de 1 a 10);

X₁₂: valor médio gasto anualmente com defensivos e fertilizantes (R\$/ano)

X₁₃: área da propriedade em que são realizadas práticas conservacionistas (%);

X₁₄: número de anos que reside na zona urbana;

X₁₅: número de anos que a propriedade pertence à família;

X₁₆: número de membros da família com curso superior, ou cursando faculdade (%) e

X₁₇: avaliação dos benefícios trazidos pela participação em cooperativas, sindicatos e associações (nota de 1 a 10). Essas variáveis foram submetidas à análise discriminante para classificar as propriedades selecionadas dentro dos respectivos grupos e explicar as diferenças existentes entre os mesmos. A análise estatística foi realizada no programa SAS e os resultados obtidos são apresentados a seguir.

A significância estatística das variáveis consideradas na análise discriminante foi analisada inicialmente por um teste F univariado, onde os três grupos foram comparados separadamente para cada variável. Os resultados demonstram que, para um nível de significância de 5%, as variáveis que quantificam a participação da renda da principal atividade agropecuária no total da receita bruta da propriedade, o tipo de mão-de-obra utilizado (familiar ou assalariada), o consumo de defensivos e fertilizantes, o número de anos em que o agricultor reside na zona urbana e a participação do mesmo em cooperativas, associações e sindicatos contribuíram para a separação dos sistemas de produção (Tabela 11). É válido comentar que no trabalho de Payés (1989) variáveis referentes ao tipo de mão-de-obra utilizada e os pesos relativos das atividades agropecuárias na renda da propriedade também foram importantes fatores de tipificação de sistemas.

Tabela 11. Teste de significância univariado para as variáveis consideradas na análise discriminante.

Variável	Valor de F	Probabilidade > F
X ₁ = área da propriedade	0,87	0,4236
X ₂ = participação da renda da principal atividade agropecuária no total da receita bruta da propriedade	83,63*	< 0,0001
X ₃ = número de trabalhadores familiares	6,45*	0,0023
X ₄ = número de trabalhadores assalariados	3,71*	0,0276
X ₅ = valor do último financiamento através do crédito rural convencional	1,70	0,1876
X ₆ = valor do último financiamento via CPR, troca de produtos por insumos, ou através da cooperativa	1,56	0,2142
X ₇ = valor da renda não agrícola	0,14	0,8686
X ₈ = valor do capital proveniente de fonte não agrícola aplicado na propriedade	1,07	0,3475
X ₉ = área da propriedade em que são realizados tratos mecanizados	1,44	0,2407
X ₁₀ = estado de conservação das máquinas e implementos agrícolas existentes na propriedade	1,16	0,3189
X ₁₁ = estado de conservação das benfeitorias existentes na propriedade	0,32	0,7288
X ₁₂ = valor médio gasto anualmente com defensivos e fertilizantes	4,19*	0,0178
X ₁₃ = área da propriedade em que são realizadas práticas conservacionistas	0,03	0,9706
X ₁₄ = número de anos que reside na zona urbana	3,81*	0,0252
X ₁₅ = número de anos que a propriedade pertence à família	1,03	0,3623
X ₁₆ = número de membros da família com curso superior, ou cursando faculdade	0,60	0,5502
X ₁₇ = avaliação dos benefícios trazidos pela participação em cooperativas, sindicatos e associações	3,25*	0,0427

Fonte: Resultados de pesquisa

* Indica significância estatística a 5%

Embora os resultados do teste F univariado indiquem que apenas seis variáveis foram significativas a 5%, os testes que medem a significância global da análise, isto é, Λ de Wilks e sua aproximação de F, demonstram que a análise realizada com as 17 variáveis foi significativa a 0,01% (Tabela 12).

Tabela 12. Resultados dos testes multivariados Wilk's Lambda e sua aproximação de F.

Teste	Valor	Valor de F	Probabilidade > F
Wilk's Lambda	0,2489	5,32	0,0001

Fonte: Resultados de pesquisa

No presente trabalho não se optou pela utilização de métodos *stepwise* de análise discriminante, porque as 17 variáveis foram selecionadas com base no conhecimento e vivência de agricultores, lideranças rurais e profissionais ligados à agricultura da região de Marília. Desta forma, não seria interessante descartar grande parte dessas variáveis com base em critério puramente estatístico, pois levaria à perda de ricas informações coletadas nos grupos focais, que certamente contribuem para a separação dos sistemas de produção, conforme demonstrado pelos testes de significância global.

Visto que a análise discriminante global foi estatisticamente significativa, funções discriminantes foram estimadas para descrever as diferenças entre os grupos. A partir dos dados levantados, foram ajustadas três funções discriminantes, sendo uma para cada sistema de produção, respectivamente, monocultura de café, cafeicultura e pecuária e propriedades diversificadas.

$$Z_1 = -76,86 + 0,013X_1 + 1,296X_2 - 1,176X_3 - 0,246X_4 - 0,00006X_5 + 0,00016X_6 + 0,000022X_7 - 0,00025X_8 + 0,165X_9 - 0,32X_{10} + 1,0163X_{11} - 0,00000675X_{12} + 0,01521X_{13} + 0,00151X_{14} + 0,139X_{15} - 0,00941X_{16} + 0,1613X_{17}$$

$$Z_2 = -53,607 + 0,0118X_1 + 1,053X_2 - 1,1123X_3 - 0,2174X_4 - 0,00004X_5 + 0,00011X_6 + 0,000007X_7 - 0,00015X_8 + 0,127X_9 + 0,0067X_{10} + 0,9337X_{11} - 0,00000177X_{12} + 0,0217X_{13} + 0,00311X_{14} + 0,1153X_{15} - 0,0103X_{16} + 0,1615X_{17}$$

$$Z_3 = -45,809 + 0,00953X_1 + 0,933X_2 - 0,2059X_3 - 0,1945X_4 - 0,000045X_5 + 0,000104X_6 - 0,0000197X_7 - 0,000032X_8 + 0,14X_9 - 0,075X_{10} + 1,1387X_{11} - 0,0000149X_{12} + 0,0165X_{13} - 0,0061X_{14} + 0,113X_{15} + -0,00926X_{16} + 0,0188X_{17}$$

Os valores das raízes características indicam que uma função discriminante foi suficiente para descrever a maior parte da separação entre os grupos,

pois o primeiro *eigenvalue* (λ_1) representa uma elevada proporção em relação ao total ($\lambda_1 + \lambda_2$), de cerca de 90,35% (Tabela 13).

Tabela 13. Valor e proporção das raízes características.

Raiz Característica	Valor	Proporção
λ_1	2,2408	90,35%
λ_2	0,2393	9,65%

Fonte: Resultados de pesquisa

O resultado do teste Λ de Wilks corrobora a eficiência de uma única função discriminante na separação dos grupos, pois seu resultado, bem como o da aproximação do teste F, foram significativos a menos de 1%, comprovando que apenas a primeira raiz característica e, conseqüentemente, a primeira função discriminante (Z_1) é significativa (Tabela 12). Além disso, as correlações canônicas quadradas para as primeira e segunda funções discriminantes foram, respectivamente, 0,69 e 0,19, demonstrando que apenas uma função possui significância prática, isto é, elevado nível de associação entre as variáveis e descreve de maneira expressiva a diferença entre os sistemas de produção (Tabela 14).

Tabela 14. Coeficientes de correlação canônica para as funções discriminantes.

Função Discriminante	Correlação Canônica	Correlação Canônica Quadrada
1	0,83	0,69
2	0,44	0,19

Fonte: Resultados de pesquisa

Em suma, os valores das raízes características, da correlação canônica quadrada e os resultados dos testes Λ de Wilks e sua aproximação de F demonstram que apenas uma função discriminante (Z_1) foi significativa e suficiente para separar os três sistemas de produção da região de Marília.

Nessa análise os valores das variáveis foram normalizados, portando foi possível aferir a contribuição relativa das mesmas na separação dos grupos. Considerando a função discriminante Z_1 , nota-se que as variáveis X2 e X3, justamente as que apresentaram maiores valores de F, foram as que mais contribuíram para a separação dos grupos, pois seus coeficientes são os maiores, em termos absolutos. Ou seja, a participação da principal atividade na renda total da propriedade e a utilização de mão-de-obra familiar no estabelecimento tiveram o maior peso na tipificação dos sistemas de produção. É importante ressaltar que essas variáveis também foram importantes para a tipificação dos sistemas estudados por Payés (1989). No trabalho de Fortes (1981), a utilização de mão-de-obra familiar foi uma das variáveis que contribuíram muito para a discriminação de um dos grupos de propriedades rurais analisados.

A Tabela 15 contém informações sobre a classificação das observações dentro dos respectivos grupos. É importante ressaltar que o programa SAS utiliza a teoria da decisão estatística, baseado na teoria Bayesiana, como método de classificação, cujas vantagens e características foram descritas no item 3.1.1.2.

Tabela 15. Classificação das propriedades rurais dentro dos sistemas de produção da região de Marília.

Classificação Atual	Número de Observações	Classificação segundo Análise Discriminante		
		Monocultura	Cafeicultura e Pecuária	Propriedade Diversificada
Monocultura	39	37	1	1
Cafeicultura e Pecuária	28	3	22	3
Propriedade Diversificada	42	2	7	33
Taxa aparente de classificação correta				84,4%
Taxa de erro aparente				15,6%

Fonte: Resultados de pesquisa

Os resultados demonstram que 84,4% das propriedades rurais foram classificadas corretamente nos respectivos sistemas de produção. Das 39 observações pré-classificadas no grupo de monocultores, 37 foram mantidas e 2 foram realocadas para

o grupo cafeicultura e pecuária e para o dos diversificados. Desta forma, aproximadamente 95% dos monocultores foram classificados corretamente, o que pode ser considerado um bom resultado. Para os dois sistemas de produção restantes (cafeicultura e pecuária e propriedades diversificadas) a separação foi mais difícil, pois a proporção de classificação correta foi de 78,6%. Das 28 propriedades pré-classificadas no sistema pecuária e café, 22 foram mantidas no respectivo grupo, sendo que 3 foram transferidas para o grupo dos monocultores e 3 para o dos agricultores diversificados. No sistema de produção da propriedade diversificada, foram classificadas corretamente 33 observações, de um total de 42, pois 2 foram realocadas para o grupo dos monocultores e 7 para o dos cafeicultores e pecuaristas. Não obstante, a taxa aparente de classificação correta pode ser considerada elevada, o que demonstra a eficiência do modelo utilizado para separar os sistemas de produção agropecuária da região de Marília.

Os resultados da Tabela 15 indicam que o método desenvolvido no presente trabalho para identificação de sistemas de produção, utilizando grupos focais e posterior validação das informações através da análise discriminante, foi satisfatório. Na realidade, a validade da metodologia adotada deve-se, principalmente, ao embasamento das hipóteses sobre a agricultura regional no conhecimento empírico de agricultores, líderes rurais e profissionais ligados à agropecuária do EDR de Marília, o que contribuiu para minimizar o erro na identificação dos sistemas de produção.

Por outro, algumas deficiências na mensuração das variáveis devem ser apontadas. Em primeiro lugar, deve-se citar a dificuldade enfrentada para obter a amostra de agricultores a serem entrevistados, pois não foi possível acessar uma listagem completa das propriedades existentes na região de Marília, contendo informações sobre as atividades desenvolvidas, área e localização, o que dificultou a obtenção de uma amostra não viesada. O único órgão que poderia ceder essas informações é a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, que por motivos legais não pode tornar público seu cadastro de produtores rurais. Desta forma, o universo de propriedades ficou restrito às informações cedidas pela AFRUVEC e GARCAFÉ.

Também é importante citar que parte dos produtores entrevistados demonstrou-se reticente em responder algumas perguntas do questionário, principalmente aquelas referentes à renda, e também enfrentou dificuldades para informar alguns dados técnicos, como área em que são efetuados tratos culturais mecanizados e consumo de defensivos e fertilizantes. Essas dificuldades refletem a falta de planejamento e controle contábil na propriedade e podem ter contribuído para o elevado desvio padrão e obtenção dos valores não significativos de F, na Tabela 11.

Não obstante, o objetivo desta parte da pesquisa foi atingido e identificou-se a monocultura de café, o sistema que combina cafeicultura e pecuária e o da pequena e média propriedade diversificada como sistemas predominantes na região cafeeira do EDR de Marília. Para esses sistemas foram geradas as fronteiras de eficiência e estimados os coeficientes de aversão ao risco dos produtores, utilizando as metodologias descritas no Capítulo 3.

4.2 Geração das fronteiras de eficiência e cálculo dos coeficientes de aversão ao risco

4.2.1 Sistema de produção monocultura de café

4.2.1.1 Caracterização do propriedade em estudo

A propriedade agrícola selecionada para representar o sistema monocultura de café está localizada no município de Gália, possuindo uma área útil de 223 ha (desconsiderando área de preservação permanente, reserva legal e áreas impróprias para a atividade agrícola) cultivada totalmente com café. Os proprietários não possuem outra fonte de renda, que não seja a cafeicultura e procuram investir continuamente em tecnologia em busca de redução de custos e aumento de produtividade. Também não existe o interesse pela diversificação de culturas, caracterizando os proprietários como típicos monocultores.

A mão-de-obra empregada é assalariada, sendo que a propriedade possui 34 funcionários fixos que atuam na lavoura e desses, 15 são contratados como tratoristas. A colheita é mecanizada e terceirizada, de forma que não existe contratação de mão-de-obra temporária. Em termos de máquinas agrícolas, o estabelecimento conta com 14 tratores. A Tabela 16 demonstra a disponibilidade mensal de mão-de-obra e maquinaria (horas-homem e horas-máquina), calculada com base na metodologia proposta por Mialhe (1974).

Tabela 16. Disponibilidade de mão-de-obra (horas-homem) e máquinas agrícolas (horas-máquina) na propriedade monocultora de café, 2001/2002.

Mês	Horas-homem	Horas-máquina
Agosto	2448	1008
Setembro	1904	784
Outubro	4624	1904
Novembro	6528	2688
Dezembro	8432	3472
Janeiro	7072	2912
Fevereiro	8432	3472
Março	8432	3472
Abril	8160	3360
Mai	5984	2464
Junho	5712	2352
Julho	4624	1904

Fonte: Dados de pesquisa

O capital disponível para a manutenção da propriedade é de R\$144 mil por ano, aplicados a juros de 0,5% ao mês. Além disso, os proprietários contam com financiamento bancário da ordem de R\$120 mil, geralmente creditados em setembro, ao custo de 8,75% ao ano.

A produtividade do estabelecimento é de 32 sacos beneficiados por hectare e pode ser considerada elevada, quando comparada à produtividade média do EDR de Marília, no período de 1997 a 2001, que foi de 11 sacos/ha. Os proprietários optam por vender café no período de outubro a abril, para fugir do período de colheita (maio a setembro), quando a quantidade ofertada do produto é elevada. A Tabela 17

ilustra a distribuição das vendas de café durante o ano. Nota-se que em outubro estão concentradas mais de 30% das vendas, por ser o mês em que vencem grande parte das contas da propriedade, principalmente referentes às compras de defensivos e fertilizantes.

Tabela 17. Distribuição mensal das vendas de café pelo monocultor.

Mês	% de café vendida
Outubro	31
Novembro	11
Dezembro	11
Janeiro	12
Fevereiro	11
Março	12
Abril	12

Fonte: Resultados de pesquisa

4.2.1.2 Modelo determinista para propriedade característica do sistema monocultura de café

A maximização da margem bruta da propriedade monocultora de café foi realizada a partir de um modelo determinista de programação linear. Conforme já especificado no item 3.2.3.1, a título de simulação foram considerados dois cenários para a construção do modelo determinista:

- Cenário 1: a área máxima cultivada com café é de 223 hectares, o que é condizente com a situação atual da propriedade estudada;
- Cenário 2: permitiu-se ao modelo variar a área cultivada com café entre 180 e 265 ha. Esses limites foram obtidos, respectivamente, reduzindo-se e acrescentando-se aproximadamente 20% na área cultivada atual. Os cálculos foram feitos com o objetivo de obter-se números inteiros. É importante ratificar que esse cenário foi introduzido somente a título de simulação, para enriquecer a discussão dos resultados.

Ressalta-se que os modelos gerados para cada cenário diferem apenas quanto às restrições referentes ao recurso solo. Para ambos os cenários, a função objetivo

corresponde às margens brutas multiplicadas pelos respectivos níveis de cada atividade, que são definidas como:

- CAFÉ = atividade de produção de café. Esta variável entra na função objetivo com coeficiente negativo, pois a receita proveniente da comercialização do produto é computada nas variáveis “venda de café”. Desta forma, o coeficiente da variável X1 refere-se apenas ao custo operacional de produção do café, que foi avaliado em R\$ 3.636,41 por hectare;

- ESET; EOUT; ENOV; EDEZ; EJAN; EFEV; EMAR; EABR; EMAI; EJUN; EJUL; EAGO = quantidades estocadas de café nos meses de setembro a outubro. Os coeficientes dessas variáveis referem-se ao custo mensal de armazenagem de café, que é de R\$ 0,15 por saco beneficiado. Ressalta-se que a disponibilidade de café para estocagem e venda depende da distribuição do beneficiamento ao longo do ano. Na propriedade estudada, o beneficiamento do produto ocorre de setembro a fevereiro, conforme ilustra a Tabela 18.

Tabela 18. Estimativa da distribuição mensal do beneficiamento do café, em quantidades referentes a 1 hectare de área colhida.

Mês	Sacos beneficiados (60 kg)	% relativa ao total beneficiado
Setembro	1.338	19%
Outubro	1.561	22%
Novembro	1.561	22%
Dezembro	892	13%
Janeiro	892	13%
Fevereiro	892	13%

Fonte: Dados de pesquisa

- VSET; VOUT; VNOV; VDEZ; VJAN; VFEV; VMAR; VABR; VMAI; VJUN; VJUL; VAGO = quantidades vendidas de café nos meses de setembro a agosto. As margens brutas dessas atividades foram estimadas multiplicando-se os preços médios mensais do saco beneficiado de café, dos anos de 1997 a 2001, pela produtividade relativa a 2001. A Tabela 19 apresenta os valores das respectivas margens brutas esperadas.

Tabela 19. Margens brutas esperadas das vendas mensais de café (R\$/saco).

Variável	Margem bruta R\$/saco	Variável	Margem bruta R\$/saco
VSET	237,54	VMAR	322,46
VOUT	238,66	VABR	300,34
VNOV	252,42	VMAI	298,77
VDEZ	262,44	VJUN	282,62
VJAN	312,81	VJUL	249,54
VFEV	326,44	VAGO	247,54

Fonte: IEA/SAA

- FIN = quantidade tomada de crédito rural por hectare cultivado de café. O coeficiente dessa variável na função objetivo é negativo, pois equivale ao custo de tomada do financiamento que é de R\$ 47,09/ha.

- TCSET; TCOUT; TCNOV; TCDEZ; TCJAN; TCFEV; TCMAR; TCABR; TCMAI; TCJUN; TCJUL; TCAGO = transferência de capital nos meses de setembro a agosto, a uma taxa de juros de 0,5% ao mês.

As atividades descritas acima competem pelos recursos disponíveis na propriedade, representados pelas seguintes restrições:

- SOLO = refere-se à ocupação do solo com cafeicultura, restrita a 223 ha. Ressalta-se que no cenário 2 há duas restrições referentes ao recurso solo, sendo MAXSOLO a que restringe a área máxima cultivada com café em 265 hectares e MINSOLO a que impede que o modelo resulte em uma área inferior a 180 ha de cafeicultura;

- MAQSET; MAQOUT; MAQNOV; MAQDEZ; MAQJAN; MAQFEV; MAQMAR; MAQMAI = necessidade mensal de maquinaria para realizar os diversos tratamentos culturais do cultivo de café durante o ano agrícola, que são: rastelagem e trituração das folhas; capina mecânica, adubação, pulverização, aplicação de herbicida, calagem e colheita. Essas restrições estão sujeitas à disponibilidade mensal de horas-máquina da propriedade, expressa na Tabela 16 da seção 4.2.1.1.

- MDOAGO; MDOSET; MDOOUT; MDONOV; MDODEZ; MDOJAN; MDOFEV; MDOMAR; MDOMAI; MDOJUL = necessidade mensal de mão-de-obra para realizar os

diversos tratos culturais do cultivo café durante o ano agrícola, restrita à disponibilidade mensal de horas-homem na propriedade, expressa na Tabela 16 da seção 4.2.1.1.

- CAPAGO; CAPSET; CAPOUT; CAPNOV; CAPDEZ; CAPJAN; CAPFEV; CAPMAR; CAPABR; CAPMAI; CAPJUN; CAPJUL = fluxo de caixa da propriedade, contendo as entradas e saídas de capital da propriedade em cada mês do ano agrícola, sujeita ao capital operacional inicial, de R\$144 mil.

- ESET; EOUT; ENOV; EDEZ; EJAN; EFEV; EMAR; EABR; EMAI; EJUN; EJUL; EAGO = representam as disponibilidades de sacos beneficiados de café para estoque em cada mês do ano agrícola. O proprietário somente tem café disponível para estocar a partir de setembro, quando apenas 19% da safra está beneficiada. O beneficiamento do café colhido termina em fevereiro, sendo que a distribuição do mesmo durante o ano é de 19% em setembro, 22% em outubro; 22% em novembro e 13% em cada mês de dezembro, janeiro e fevereiro.

- FICRED = equivale à restrição de fiscalização de crédito, que vincula a tomada de crédito à área plantada com café.

A Tabela 20 confronta os resultados do modelo determinista de maximização de margem bruta com a composição atual de atividades do sistema monocultura de café.

Tabela 20. Composição atual de atividades do sistema monocultura de café e resultados do problema de maximização da margem bruta para os dois cenários analisados.

Atividades	Sistema Atual	Maximização MB Cenário 1	Maximização MB Cenário 2
CAFÉ	223	223	265
VSET	0	0	0
ESET	1338	1338	1590
VOUT	2214	0	0
EOUT	685	2899	3445
VNOV	785	101	228
ENOV	1461	4359	5071
VDEZ	785	599	712
EDEZ	1568	4651	5419
VJAN	856	399	474
EJAN	1604	5145	6004
VFEV	784	6037	7064
EFEV	1712	0	7064
VMAR	856	0	0
EMAR	856	0	0
VABR	856	0	0
EABR	0	0	0
VMAI	0	0	0
EMAI	0	0	0
VJUN	0	0	0
EJUN	0	0	0
VJUL	0	0	0
EJUL	0	0	0
VAGO	0	0	0
EAGO	0	0	0
FIN	120.000,00	223	265
MARGEM BRUTA	1.202.125,13	1.501.387,00	1.774.839,00

Fonte: Resultados de pesquisa

A Tabela 20 demonstra que o monocultor de café está operando muito próximo ao ponto de máxima margem bruta uma vez que o resultado do problema de maximização para o cenário 1 é de, aproximadamente, R\$ 1,5 milhão e o sistema atual está gerando cerca de R\$ 1,2 milhão. A pequena discrepância entre os valores das margens brutas pode ser explicada pelo fato do modelo determinista não incorporar o fator risco. Desta forma, o produtor atinge cerca de 80% do máximo retorno por adotar

um comportamento para minimizar o risco que o modelo não prevê. A máxima margem bruta resultante do cenário 2 é de R\$ 1,77 milhão e equivale a 265 hectares de monocultura de café. Desta forma, com um incremento de 19% na área cultivada, obteve-se uma elevação de 18% na margem bruta da propriedade.

O motivo da diferença entre a máxima margem bruta e o nível atual atingido pelo sistema é a distribuição das vendas de café ao longo do ano, incorporada nos modelos através das variáveis descritas no início desta seção. O fato dos modelos deterministas considerarem que os produtores são neutros ao risco faz com que seus resultados conduzam a um nível maior de especialização. Com base nessa afirmação pode-se entender porque o modelo de maximização do lucro alocou cerca de 85% e 83%, respectivamente nos cenários 1 e 2, das vendas de café no mês de fevereiro, onde a margem bruta esperada é maior. Na prática, o produtor de café distribui mais uniformemente suas vendas ao longo do ano, havendo uma pequena concentração (cerca de 30%) em outubro, quando vencem grande parte das obrigações financeiras. Além disso, o café é a “moeda” do monocultor, ou seja, é uma forma de estoque de capital com elevada liquidez para fazer frente a situações imprevistas. Sendo assim, o processo de venda não é determinado apenas pelas expectativas de retornos elevados, mas também de características de comportamento que não foram incorporadas ao modelo, como a escolha intertemporal do consumo. Grande parte das vendas é desencadeada pela necessidade de capital de giro na propriedade, ou para cobrir gastos particulares do produtor.

Os resultados do modelo determinista também indicam que a tomada de financiamento é uma atividade vantajosa para o monocultor, pois foi alocada a máxima quantidade possível de crédito, equivalente aos 223 ha (cenário 1) e 265 ha (cenário 2) cultivados de café. Ressalta-se que esse resultado é compatível com a situação atual do sistema monocultura de café.

Depois de interpretada a solução ótima do problema, segue-se para análise de sensibilidade que, segundo Hillier & Lieberman (1995), é especialmente importante para as aplicações da programação linear, pois fornece informações sobre os parâmetros que afetam mais significativamente os resultados do modelo. No tocante ao estudo das restrições, que correspondem à disponibilidade dos principais fatores de produção, a análise do preço-sombra é a mais significativa, pois indica o custo de oportunidade da utilização de uma unidade adicional dos recursos mais restritivos. Por outro lado, o valor do preço-sombra somente é válido dentro de um limite predeterminado de variação do RHS, isto é, da disponibilidade do recurso relativo à restrição analisada.

Deve-se esclarecer que, como praticamente todos os resultados da análise de sensibilidade são idênticos para os dois cenários analisados, com exceção dos limites de variação do RHS para os quais os preços-sombra são válidos, a análise de sensibilidade será discutida apenas com enfoque no cenário 1, que é o mais condizente com a situação atual da propriedade estudada.

A Tabela 21 resume a análise de sensibilidade das restrições do modelo determinista para o sistema de produção monocultura de café, contendo as restrições atuantes, seus valores de preço-sombra e os intervalos de RHS para os quais esses resultados são válidos.

Tabela 21. Restrições atuantes, preço-sombra e intervalos de RHS para o modelo determinista representativo do sistema monocultura de café.

Restrições atuantes	Preço-sombra	Intervalo de variação do RHS	
		Cenário 1	Cenário 2
SOLO ¹	6510,75	189,98 a 329,41	-
MAXSOLO ²	6510,75	-	189,98 a 329,41
CAPAGO	0,34	20.562,83 a 169.029,32	24.435,65 a 200.864,43
CAPSET	0,34	-4.236,87 a 148.591,63	-4.939,23 a 176.673,11
CAPOUT	0,33	82.395,28 a 235.987,92	98.049,98 a 280.570,38
CAPNOV	0,32	-972.743,09 a 153.719,04	-1.155.813,48 a 182.807,57
CAPDEZ	0,27	-1.221.559,88 a 157.407,31	-1.423.023,75 a 187.037,17
CAPJAN	0,07	-1.610.133,00 a 124.906,57	-1.879.310,25 a 148.415,22
CAPFEV	0,02	-1.732.150,00 a ∞	-2.022.840,25 a ∞
CAPMAR	0,02	144.586,38 a ∞	171.995,63 a ∞
CAPABR	0,01	24.521,38 a ∞	29.318,38 a ∞
CAPMAI	0,01	24.344,00 a ∞	29.465 a ∞
ESET	333,73	0 a 427.979	0 a 417.503
EOUT	333,93	0 a 858.315	0 a 837.351
EVON	334,13	-2,00 a ∞	-3 a ∞
EDEZ	334,33	-3,00 a ∞	-3 a ∞
EJAN	334,52	-2,00 a ∞	-3 a ∞
EFEV	334,68	-5.306,00 a ∞	-6.197 a ∞
EMAR	331,86	0 a 101	0 a 230
EABR	332,01	0 a 101	0 a 230
EMAI	332,16	0 a 101	0 a 230
EJUN	332,31	0 a 101	0 a 230
EJUL	332,46	0 a 101	0 a 230
EAGO	332,61	0 a 101	0 a 230
FIN	134,25	0 a 269,75	33,71 a 371,20

Fonte: Dados de pesquisa

¹ Restrição atuante apenas para o modelo determinista do cenário 1

² Restrição atuante apenas para o modelo determinista do cenário 2

A análise da Tabela 21 demonstra que o solo é o recurso mais restritivo para o sistema de produção monocultura de café, pois o aumento de 1 ha na área cultivada implica em elevação de R\$ 6.510,75 na margem bruta total da propriedade. Ou ainda, a redução da área plantada em 1ha, resulta na queda da margem bruta da atividade

em R\$ 6.510,75. Ressalta-se que esse resultado somente é válido dentro do intervalo de área de 190 a 329 hectares e se todas as demais restrições forem mantidas constantes.

Por outro lado, as restrições mensais de mão-de-obra e máquinas agrícolas não foram atuantes para o problema analisado, uma vez que seus respectivos preços-sombra foram nulos. Isso significa que o aumento, ou redução, da quantidade disponível de trabalhadores e de máquinas agrícolas, dentro de um intervalo preestabelecido pela análise do RHS e em condições *ceteris paribus*, não interfere no nível da margem bruta da propriedade.

As restrições mensais de capital, embora tenham sido atuantes, apresentaram valores de preços-sombra relativamente baixos, variando de 0,34, para a disponibilidade de capital em agosto, a 0,01, referente à restrição “capital em maio”. Desta forma, dentro do intervalo de R\$118,97 mil a R\$267,44 mil, e mantendo inalteradas todas as outras restrições, tem-se que o aumento de R\$1.000,00 na disponibilidade de capital em agosto implica em incremento de R\$ 340,00 na margem bruta da propriedade em estudo. Para as outras restrições de capital a análise é semelhante, variando apenas os valores de preços-sombra e os intervalos do RHS.

As quantidades mensais de café disponíveis para estoque também foram restrições atuantes. Tomando-se como exemplo o mês de setembro, tem-se que um saco beneficiado de café adicional para estoque representa um incremento de R\$ 333,73 na função objetivo, respeitados o limite de variação do RHS (0 a 427.979 sacos) e a condição *ceteris paribus* para os outros parâmetros. Aumentar a disponibilidade de café para estoque implica em aumentar a quantidade de sacos beneficiados disponíveis para comercialização, resultando em maior receita. Isso explica o relativamente elevado preço-sombra das restrições “estoque de café”.

A fiscalização de crédito também foi uma restrição atuante. É válido lembrar que essa restrição vincula a quantidade de financiamento agrícola à área

plantada, de forma que o produtor não pode aumentar o empréstimo sem incrementar a área cultivada com café. Sendo assim, para cada hectare adicional cultivado com café, ou seja, para cada R\$ 538,12 adicionais de crédito, há elevação de R\$134,25 na margem bruta da propriedade. Obviamente, esse resultado somente é válido para o intervalo de zero a 269,74 hectares de cafeicultura e mantidos os outros parâmetros do modelo constantes.

A Tabela 22 reúne os dados relevantes para a análise de sensibilidade dos coeficientes da função objetivo. É importante lembrar que tal análise traz informações sobre a incerteza dos valores dos coeficientes, o que é muito interessante em função do levantamento desses dados não ter sido baseado em registros formais. Sendo assim, os resultados do modelo determinista para o sistema monocultura de café mantêm-se válidos dentro dos intervalos de variação dos coeficientes ilustrados na Tabela abaixo.

Tabela 22. Análise de sensibilidade dos coeficientes da função objetivo do modelo determinista para o sistema monocultura de café.

Variável	Coefficiente	Valor mínimo	Valor máximo
CAFÉ	3.636,41	- ∞	10.147,16
VSET	237,54	- ∞	253,68
VOUT	238,66	- ∞	255,10
ESET e EOOUT	0,15	- ∞	16,29
VNOV	252,42	249,43	255,33
VDEZ	262,44	251,11	314,74
VJAN	312,81	250,82	325,02
ENOV, EDEZ e EJAN	0,15	0	3,06
VFEV	326,44	323,54	∞
EFEV	0,15	- ∞	3,13
VMAR	322,46	- ∞	325,35
VABR	300,34	- ∞	327,48
VMAI	298,77	- ∞	329,17
VJUN	282,62	- ∞	330,90
VJUL	249,54	- ∞	332,46
EMAR, EABR, EMAI, EJUN e EJUL	0,15	0	3,05
VAGO	247,54	244,64	250,52

Tabela 22. Análise de sensibilidade dos coeficientes da função objetivo do modelo determinista para o sistema monocultura de café.

Variável	Coefficiente	Valor mínimo	Valor máximo
EAGO	0,15	0	332,96
FIN	47,09	0	181,34
TCSET	0,50%	-0,67%	1,70%
TCOUT	0,50%	-0,66%	1,70%
TCNOV	0,50%	-0,66%	1,69%
TCDEZ	0,50%	- ∞	4,84%
TCJAN	0,50%	- ∞	20,42%
TCFEV	0,50%	- ∞	4,40%
TCMAR	0,50%	-0,39%	∞
TCABR	0,50%	-1,52%	-0,39%
TCMAI	0,50%	-1,00%	-1,52%
TCJUN	0,50%	-0,50%	-1,00%
TCJUL	0,50%	0,00%	-0,50%

Fonte: Dados de pesquisa

Pode-se afirmar que o coeficiente com maior nível de incerteza é o referente ao custo operacional da cafeicultura, pois foi obtido com base apenas na experiência de campo do produtor rural. No entanto, a análise da Tabela 22 revela que os resultados do modelo determinista de maximização de margem bruta permanecem inalterados para um amplo intervalo de variação do referido coeficiente, de forma que o custo operacional do café pode ser infinitamente menor e até 179% superior ao valor atual, sem que os resultados do modelo sofram alteração.

Por outro lado, os intervalos de variação dos coeficientes relativos às margens brutas das vendas mensais de café foram estreitos, principalmente para os meses de novembro, fevereiro, março e agosto, onde variações de apenas 1% nos valores das margens brutas provocariam mudanças nos resultados obtidos. Desta forma, pode-se afirmar que o modelo é extremamente sensível às variações de preços e produtividade na região estudada.

Com relação aos demais coeficientes da função objetivo, pode-se afirmar que a solução do problema de maximização deve ser mantida dentro de uma razoável amplitude de variação dos mesmos. Esse é o caso para as variáveis transferência mensal de caixa, pois a remuneração do capital pode ser superior ao dobro dos 0,5% a.m considerados, sem implicar em mudanças no *mix* atual de atividades da propriedade.

4.2.1.3 Resultados do MOTAD para propriedade característica do sistema monocultura de café

Para a inclusão do fator risco nos modelos de programação linear dos dois cenários do sistema monocultura de café foram calculados os desvios absolutos das margens brutas das atividades de venda mensal de café, conforme as equações 26 e 27 definidas na seção 3.2.3.2. Os desvios calculados para as atividades de venda mensal de café são apresentados na Tabela 23.

Tabela 23. Desvios absolutos das margens brutas das vendas mensais de café na região de Marília, SP.

Venda mensal	Soma dos desvios negativos	Margens brutas esperadas	Desvio/Margem bruta
Setembro	-148,59	237,54	63%
Outubro	-158,59	238,66	66%
Novembro	-186,73	252,42	74%
Dezembro	-224,35	262,44	85%
Janeiro	-285,69	312,81	91%
Fevereiro	-221,74	326,44	68%
Março	-197,34	322,46	61%
Abril	-183,57	300,34	61%
Mai	-175,68	298,77	59%
Junho	-167,4	282,62	59%
Julho	-138,43	249,54	55%
Agosto	-162,11	247,54	65%

Fonte: IEA/SAA

Para cada atividade a soma dos desvios positivos é igual à dos desvios negativos, de forma que o MOTAD encontra sua solução pela minimização da soma dos

valores absolutos dos desvios negativos das margens brutas totais. Sendo assim, os dados da Tabela 23 revelam que a atividade de venda de café em fevereiro apresenta elevado risco, pois possui a quarta maior relação desvio/margem bruta. É importante lembrar que os modelos deterministas de maximização da receita, apresentados na seção anterior, concentraram aproximadamente 85% das vendas de café no mês de fevereiro, justamente por considerarem que os produtores são neutros ao risco. Portanto, espera-se que os resultados do MOTAD conduzam a uma redistribuição das vendas de café ao longo do ano. Não obstante, deve-se ressaltar que para minimizar o risco do sistema, o MOTAD considera inter-relações entre as margens brutas das atividades, isto é, uma aproximação linear da correlação. Portanto, se os retornos das atividades não estiverem correlacionados negativamente, não é possível obter-se redução significativa no nível de risco do sistema de produção através da diversificação. Conforme se pode observar na matriz de correlações entre as margens brutas das vendas mensais de café, essas atividades possuem correlação positiva e elevada, impedindo reduções expressivas no nível de risco do sistema monocultura de café apenas com a redistribuição das vendas ao longo do ano.

Tabela 24. Matriz de correlações entre as margens brutas das atividades de venda mensal de café – período 1997 a 2001.

Vjul	Vago	Vset	Vout	Vnov	Vdez	Vjan	Vfev	Vmar	Vabr	Vmai	Vjun
1,00	0,97	0,96	0,98	0,93	0,89	0,63	0,78	0,85	0,92	0,97	0,99
	1,00	0,99	0,97	0,94	0,92	0,59	0,78	0,87	0,93	0,97	0,99
		1,00	0,96	0,91	0,88	0,51	0,70	0,80	0,88	0,95	0,99
			1,00	0,98	0,97	0,52	0,72	0,80	0,87	0,93	0,98
				1,00	1,00	0,48	0,68	0,76	0,82	0,87	0,93
					1,00	0,44	0,66	0,74	0,80	0,84	0,91
						1,00	0,96	0,91	0,85	0,75	0,54
							1,00	0,99	0,95	0,88	0,73
								1,00	0,99	0,88	0,73
									1,00	0,98	0,89
										1,00	0,96
											1,00

Fonte: IEA/SAA

A fronteira de eficiência para o cenário 1 do sistema de produção monocultura de café foi gerada a partir da formulação e solução de dezesseis problemas de minimização do desvio absoluto total. Isto é, parametrizou-se o valor da margem bruta esperada desde o máximo (indicado pelo modelo determinista) até zero. Para o cenário 2, a fronteira eficiente foi gerada pelos mesmos procedimentos, só que foram determinados dezenove pontos que minimizam o risco para cada nível de margem bruta. Nas Tabelas 25 e 26 são apresentados, respectivamente para os cenários 1 e 2, os valores das margens brutas, desvios e combinações de atividades encontrados em cada solução ótima.

Tabela 25. Resultados do MOTAD para o cenário 1 do sistema monocultura de café.

Margem Bruta (R\$)	Desvio	CAFÉ (ha)	VSET (sacos)	ESET (sacos)	VOUT (sacos)	EOUT (sacos)	VNOV (sacos)	ENOV (sacos)	VDEZ (sacos)	EDEZ (sacos)	VJAN (sacos)	EJAN (sacos)	VFEV (sacos)
1.501.387 ¹	1.513.856	223	0	1.338	0	2.899	101	4.359	599	4.652	399	5.144	6.037
1.400.000	1.300.151	218,9	0	1.313	0	2.845	0	4.377	0	5.253	1.654	4.474	850
1.300.000	1.206.537	202,7	0	1.216	0	2.635	0	4.054	0	4.864	1.507	4.168	772
1.202.125 ²	1.228.788	223	0	1.338	2.214	685	785	1.461	785	1.568	856	1.604	784
1.200.000	1.112.922	186,48	0	1.119	0	2.424	0	3.730	0	4.475	1.360	3.861	694
1.100.000	1.019.308	170,28	0	1.022	0	2.214	0	3.406	0	4.087	1.213	3.554	616
1.000.000	925.693,3	154,08	0	925	0	2.003	0	3.082	0	3.698	1.067	3.248	537
900.000	832.078,8	137,89	0	827	0	1.793	0	2.758	0	3.309	920	2.941	459
800.000	738.464,30	121,69	0	730	0	1.582	0	2.434	0	2.921	773	2.635	381
700.000	644.849,80	105,49	0	633	0	1.371	0	2.110	0	2.532	626	2.328	303
600.000	551.235,30	89,30	0	536	0	1.161	0	1.786	0	2.143	479	2.021	225
500.000	457.620,80	73,10	0	439	0	950	0	1.462	0	1.754	332	1.715	147
400.000	364.569,20	58,20	0	349	0	757	0	1.164	0	1.397	262	1.367	116
300.000	271.538,10	43,34	0	260	0	564	0	867	0	1.040	195	1.018	86
200.000	178.507,10	28,50	0	171	0	370	0	570	0	684	128	670	57
100.000	85.476,01	13,64	0	81,87	0	177,39	0	273	0	327	61	321	27
0	0	2,15	0	13	0	24	0	43	0	52	0	60	0

Tabela 25. Resultados do MOTAD para o cenário 1 do sistema monocultura de café.

EFEV (sacos)	VMAR (sacos)	EMAR (sacos)	VABR (sacos)	EABR (sacos)	VMAI (sacos)	EMAI (sacos)	VJUN (sacos)	EJUN (sacos)	VJUL (sacos)	EJUL (sacos)	VAGO (sacos)	EAGO (sacos)	FIN (sacos)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	223
4.500	3.326	1.174	0	1.174	0	1.174	0	1.174	0	1.174	1.174	0	0
4.206	3.163	1.044	0	1.044	0	1.044	0	1.044	0	1.044	1.044	0	0
1.712	856	856	856	0	0	0	0	0	0	0	0	0	223
3.913	2.999	914	0	914	0	914	0	914	0	914	914	0	0
3.620	2.835	784	0	784	0	784	0	784	0	784	784	0	0
3.327	2.673	654	0	654	0	654	0	654	0	654	654	0	0
3.033	2.509	524	0	524	0	524	0	524	0	524	524	0	0
2.740	2.346	394	0	394	0	394	0	394	0	394	394	0	0
2.447	2.183	264	0	264	0	264	0	264	0	264	264	0	0
2.154	2.019	134	0	134	0	134	0	134	0	134	134	0	0
1.860	1.856	5	0	5	0	5	0	5	0	5	5	0	0
1.485	1.485	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.106	1.106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
727	727	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
348	348	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Dados de pesquisa

¹ Ponto equivalente ao mínimo risco para a máxima margem bruta esperada

² Ponto em que se encontra o monocultor atualmente (abaixo da fronteira eficiente)

Tabela 26. Resultados do MOTAD para o cenário 2 do sistema monocultura de café.

Margem Bruta (R\$)	Desvio	CAFÉ (ha)	VSET (sacos)	ESET (sacos)	VOUT (sacos)	EOUT (sacos)	VNOV (sacos)	ENOV (sacos)	VDEZ (sacos)	EDEZ (sacos)	VJAN (sacos)	EJAN (sacos)	VFEV (sacos)
1.774.838 ¹	1.785.477	265	0	1.590	0	3.445	228	5.071	712	5.419	475	6.005	7.065
1.700.000	1.581.891	265	0	1.590	0	3.445	0	5.300	0	6.360	1.930	5.490	983
1.600.000	1.487.380	251	0	1.508	0	3.267	0	5.025	0	6.030	1.948	5.087	1.006
1.500.000	1.393.766	235	0	1.410	0	3.055	0	4.701	0	5.642	1.801	4.781	928
1.400.000	1.300.151	219	0	1.313	0	2.845	0	4.378	0	5.253	1.654	4.474	850
1.300.000	1.206.537	203	0	1.216	0	2.635	0	4.054	0	4.864	1.507	4.167	772
1.200.000	1.112.922	186	0	1.119	0	2.424	0	3.730	0	4.476	1.360	3.861	694
1.202.125 ²	1.228.788	223	0	1.338	2.214	685	785	1.461	785	1.568	856	1.604	784
1.100.000	1.022.827	180	0	1.080	0	2.340	0	3.600	0	4.320	2.130	2.910	1.482
1.000.000	938.260,7	180	0	1.080	0	2.340	0	3.600	0	4.320	2.632	2.408	93
900.000	869.842,1	180	1.080	0	0	1.260	0	2.520	0	3.240	1.304	2.656	0
800.000	811.067,2	180	1.080	0	0	1.260	0	2.520	0	3.240	159	3.801	0
700.000	755.432,8	180	1.080	0	0	927	0	2.187	0	2.907	0	3.627	0
600.000	700.010,9	180	1.080	0	0	532	0	1.792	0	2.512	0	3.232	0
500.000	644.589,1	180	1.080	0	0	138	0	1.398	0	2.118	0	2.838	0
400.000	589.189,5	180	1.080	0	0	0	0	1.003	0	1.723	0	2.443	0
300.000	533.833,6	180	1.080	0	0	0	0	600	0	1.320	23	2.017	0
200.000	478.526,4	180	1.080	0	0	0	0	184	0	904	82	1.542	0
100.000	423.239,4	180	1.080	0	0	0	0	0	0	487	141	1.067	0
0	367.968,3	180	1.080	0	0	0	0	0	0	71	200	592	0

Tabela 26. Resultados do MOTAD para o cenário 2 do sistema monocultura de café.

EFEV (sacos)	VMAR (sacos)	EMAR (sacos)	VABR (sacos)	EABR (sacos)	VMAI (sacos)	EMAI (sacos)	VJUN (sacos)	EJUN (sacos)	VJUL (sacos)	EJUL (sacos)	VAGO (sacos)	EAGO (sacos)	FIN (ha)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	265
5.567	4.274	1.293	0	1.293	0	1.293	0	1.293	0	1.293	1.293	0	116
5.086	3.653	1.434	0	1.434	0	1.434	0	1.434	0	1.434	1.434	0	0
4.793	3.489	1.304	0	1.304	0	1.304	0	1.304	0	1.304	1.304	0	0
4.500	3.326	1.174	0	1.174	0	1.174	0	1.174	0	1.174	1.174	0	0
4.207	3.163	1.044	0	1.044	0	1.044	0	1.044	0	1.044	1.044	0	0
3.913	2.999	914	0	914	0	914	0	914	0	914	914	0	0
1.712	856	856	856	0	0	0	0	0	0	0	0	0	223
2.148	0	2.148	0	2.148	0	2.148	1.234	914	0	914	914	0	0
3.035	0	3.035	0	3.035	0	3.035	0	3.035	0	3.035	3.035	0	0
3.376	0	3.376	0	3.376	0	3.376	0	3.376	0	3.376	3.376	0	0
4521	0	4521	0	4521	0	4521	0	4521	2469	2.052	2.052	0	0
4.347	0	4.347	0	4.347	0	4.347	0	4.347	2.760	1.586	1.586	0	0
3.952	0	3.952	0	3.952	0	3.952	0	3.952	2.546	1.406	1.406	0	0
3.558	0	3.558	0	3.558	0	3.558	0	3.558	2.331	1.226	1.226	0	0
3.163	0	3.163	0	3.163	0	3.163	0	3.163	2.117	1.046	1.046	0	0
2.737	0	2.737	0	2.737	0	2.737	0	2.737	1.829	908	908	0	0
2.262	0	2.262	0	2.262	0	2.262	0	2.262	1.429	833	833	0	0
1.787	0	1.787	0	1.787	0	1.787	0	1.787	1.028	759	759	0	0
1.311	0	1.311	0	1.311	0	1.311	0	1.311	627	684	684	0	0

Fonte: Dados de pesquisa

¹ Ponto equivalente ao mínimo risco para a máxima margem bruta esperada

² Ponto em que se encontra o monocultor atualmente (abaixo da fronteira eficiente)

Nas tabelas 25 e 26 os dados são apresentados no sentido de diminuição dos desvios absolutos associados às respectivas combinações de atividades, pressupondo o aumento da aversão ao risco do monocultor de café. Para o primeiro cenário, no ponto de máximo risco são cultivados 223 ha de café, que é a área atualmente ocupada com a atividade na propriedade analisada. No tocante ao fluxo de comercialização, cerca de 85% das vendas do produto continuam concentradas no mês de fevereiro, onde o desvio da margem bruta é maior. Tal situação é muito semelhante a do segundo cenário, onde o máximo desvio corresponde ao cultivo de 265 hectares de café, ou seja, à ocupação total do solo com a monocultura, e à concentração das vendas em fevereiro.

Para os dois cenários analisados, a área cultivada com café é reduzida à medida que são atingidos pontos de menor risco. Este fato é explicado pelo modelo manter os recursos financeiros aplicados a juros de 0,5% a.m., ao invés de investi-los na cafeicultura, pois a “poupança” é a alternativa de menor risco entre as atividades disponíveis. Sendo assim, nos níveis intermediários de margem bruta e risco, o solo da propriedade não é totalmente alocado para a cafeicultura e, como não existe outra alternativa disponível, o capital é mantido na poupança. Ressalta-se aqui, o desinteresse do monocultor pela busca de outras alternativas de cultivo para a diversificação.

Para o cenário 1, a diminuição do risco também implica em melhor distribuição das vendas de café entre os meses de janeiro, fevereiro, março e agosto, uma situação mais próxima à realidade do monocultor, em relação ao resultado do modelo determinista, que concentra as vendas em fevereiro. Porém, o fato das margens brutas das vendas mensais de café apresentarem correlações positivas e elevadas sugere que a redução dos desvios do sistema deve-se mais à diminuição do cultivo de café, do que à diversificação das vendas ao longo do ano. Uma prova disso é que nos pontos de menor risco, a atividade “venda de café em março” ganha destaque, concentrando de 50% a 80% da comercialização do produto, conforme menores desvios são atingidos. Ressalta-se que março não é o mês com menor desvio absoluto da margem bruta, conforme demonstrado na Tabela 23, não havendo um motivo plausível para o modelo ter alocado

até 80% das vendas neste mês. Conclui-se, portanto, que a redução do risco no cenário 1 é fruto da diminuição da área com monocultura e alocação dos recursos financeiros para a poupança.

No segundo cenário não é possível atingir níveis de risco tão baixos quanto os obtidos no primeiro cenário, pois a área cultivada com café não pode ser reduzida ilimitadamente. Nessa situação, a variação da área alocada para monocultura somente é permitida dentro do intervalo de 265 a 180 hectares, impedindo o MOTAD de desviar totalmente os recursos investidos no café para a poupança a fim de reduzir o risco do sistema. Diante disso, a saída foi a diminuição da comercialização de café em fevereiro, em detrimento dos meses de julho, agosto e setembro, quando as margens brutas das vendas possuem menores desvios absolutos em relação à fevereiro. Também se pode notar que em grande parte da região de baixo risco, as vendas estão concentradas no mês de julho (cerca de 50%), onde foi obtida a menor relação desvio/margem bruta (vide tabela 23). Essa concentração é mais um indicador de que a diversificação não é eficiente para a redução do risco, em função das margens brutas das atividades de venda de café estarem positivamente correlacionadas. É importante ressaltar que essa realidade não é compatível com a atitude do monocultor, que evita comercializar o café nos meses de safra (julho, agosto e setembro) quando a quantidade ofertada no mercado é abundante e as margens esperadas são menores. (vide tabela 17 na seção 4.2.1.2).

4.2.1.4 Localização do sistema atual na fronteira de eficiência e estimativa do coeficiente de aversão ao risco do monocultor

Conforme já explicado, as fronteiras de eficiência econômica dos dois cenários analisados foram geradas parametrizando-se os valores máximos das margens brutas até zero. As Figuras 5 e 6 representam as fronteiras de eficiência econômica, respectivamente para os cenários 1 e 2, bem como a localização do sistema atual no espaço margem bruta - desvio absoluto total e a estimativa de sua posição sobre as fronteiras de eficiência.

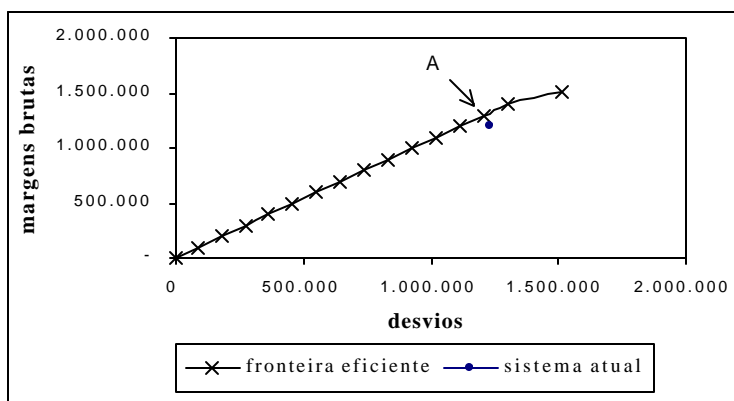


Figura 5 - Fronteira de eficiência econômica para o cenário 1 do sistema monocultura de café.

Fonte: Dados de pesquisa

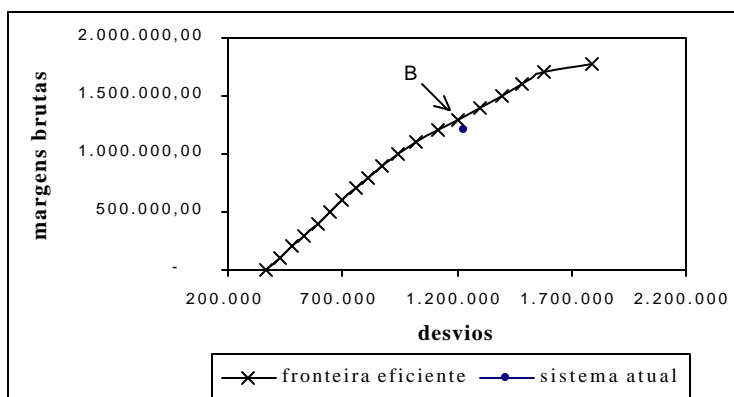


Figura 6 - Fronteira de eficiência econômica para o cenário 2 do sistema monocultura de café.

Fonte: Dados de pesquisa

Nota-se que a curva referente ao cenário 1 apresenta uma inclinação menos acentuada, principalmente para os menores níveis de renda, quando comparada à do cenário 2. A menor inclinação implica em menor aversão ao risco, pois o agente econômico necessita de menos retorno financeiro para aumentar a mesma quantidade de risco, em relação ao segundo cenário. O fato do aumento da margem bruta no primeiro cenário ser atingido principalmente a partir de retirada do dinheiro da poupança (atividade de risco muito baixo) para investimento em cafeicultura explica a menor aversão ao risco na região de mínimos desvios. No cenário 2, como há um limite inferior

a partir do qual a área destinada ao café não pode ser reduzida, nos pontos de baixo risco o capital não foi totalmente destinado à poupança e ainda continua aplicado na produção de café, o que explica a diferença das inclinações entre as fronteiras.

O sistema atual encontra-se abaixo da fronteira eficiente em ambos os cenários analisados, podendo indicar que a opção pelo conjunto atual de atividades não conduz à máxima eficiência em relação ao *trade-off* entre risco e rendimento. Não obstante, o fato do modelo não incorporar todas as características comportamentais do monocultor de café também pode ser a causa de sua localização fora da fronteira de eficiência, conforme proposto por Peres (1976).

Para estimar o coeficiente de aversão ao risco do monocultor, em cada cenário, foram considerados os pontos sobre as fronteiras eficientes que minimizam as distâncias em relação ao sistema atual. Desta forma, a taxa de aversão ao risco foi determinada pelas inclinações das fronteiras eficientes nos pontos A e B, respectivamente, para os cenários 1 e 2. Para ambos os cenários, o coeficiente de aversão ao risco do monocultor teve o mesmo valor, de 1,07. É importante ressaltar que, como o ponto que localiza o sistema atual no espaço margem bruta – desvio estava próximo às fronteiras eficientes dos dois cenários, o coeficiente estimado possui alta probabilidade de estar próximo à realidade do monocultor. Araújo (1997) afirma que quanto mais próximo esteja o sistema atual da fronteira de eficiência, mais confiável é a estimativa encontrada para o coeficiente de aversão ao risco, uma vez que a diferença da combinação atual de atividades em relação à do plano ótimo é menor. Além disso, também é menor a distância entre a curva de indiferença atual e a tangente ao plano ótimo, reduzindo os impactos negativos de outros elementos da função utilidade do monocultor, como sua preferência de consumo intertemporal, não terem sido devidamente considerados no modelo.

O valor estimado para o coeficiente de aversão ao risco do monocultor será comparado aos dos outros sistemas. Desta forma, será avaliada a veracidade da

hipótese levantada junto aos grupos focais de que o monocultor possui menor grau de aversão ao risco, em relação aos sistemas mais diversificados.

4.2.2 Sistema de produção cafeeicultura e pecuária

4.2.2.1 Caracterização da propriedade em estudo

A propriedade selecionada para a modelagem do sistema de produção que reúne cafeeicultura e pecuária está localizada no município de Garça, contando com 580 hectares de área útil, sendo 100 ha alocados para a cafeeicultura e 480 ha para a pecuária. A produção de café é a principal fonte de renda do proprietário, respondendo por 95% da margem bruta da propriedade, embora ocupe apenas 17% da área da fazenda. Por isso, a atenção do produtor, em termos de atualização e investimento em tecnologia, está mais voltada para a cafeeicultura do que para a pecuária. O rendimento da área cultivada com café é de 30 sacos beneficiados por hectare, bem acima da média do EDR de Marília, que é de 11 sacos/ha. No tocante à pecuária, o proprietário realiza recria e engorda de fêmeas de gado Nelore, mantendo um rebanho médio anual de 600 cabeças, entre vacas, novilhas e bezerras. Em termos médios, a capacidade de suporte do pasto é de 0,75 unidade animal por hectare. Em função da receita da atividade pecuária ser gerada pela venda de vacas, os coeficientes técnicos e parâmetros da atividade pecuária de corte utilizados na modelagem do problema são apresentados em “unidades vaca”, sendo que a composição dessa medida é detalhada na Tabela 27.

Tabela 27. Composição de uma unidade vaca, em termos de unidades animais.

Animais	Unidade animal
1 vaca	1
1 novilha 3 – 4 anos	0,8
1 novilha 2 – 3 anos	0,6
1 novilha 1 – 2 anos	0,4
1 bezerra	0,2
Total	3

Fonte: Valle et al. (1998)

Portanto, 1 unidade vaca equivale a 3 unidades animais e ocupa 4 hectares de pasto. É importante ressaltar que a atividade pecuária é desenvolvida com baixo nível tecnológico, utiliza pouco os recursos de mão-de-obra e não demanda máquinas agrícolas.

A mão-de-obra empregada no estabelecimento é assalariada, havendo 18 funcionários fixos. A colheita do café é manual, de forma que no período de abril a agosto são contratados 80 trabalhadores apenas para esta atividade. No tocante à disponibilidade de máquinas agrícolas, o estabelecimento conta com oito tratores. As quantidades mensais disponíveis de horas-homem e horas-máquina na propriedade, calculadas segundo a metodologia proposta por Mialhe (1974) podem ser observadas na Tabela 28.

Tabela 28. Disponibilidade de mão-de-obra (horas-homem) e máquinas agrícolas (horas-máquina) na propriedade que combina cafeicultura e pecuária, 2001/2002.

Mês	Horas-homem	Horas-máquina
Agosto	24304	1984
Setembro	4320	1920
Outubro	3168	1408
Novembro	3024	1344
Dezembro	2448	1088
Janeiro	1296	576
Fevereiro	1008	448
Março	2448	1088
Abril	3456	1536
Maió	24304	1984
Junho	20384	1664
Julho	24304	1984

Fonte: Dados de pesquisa

A disponibilidade anual de capital para a condução das atividades e manutenção da propriedade é de R\$ 300 mil. Para efeito da modelagem, considerou-se que esse capital é aplicado a juros de 0,5% a.m.. O proprietário também utiliza financiamento bancário da ordem de R\$ 100 mil, ao custo de 8,75% a.a. e geralmente creditados no mês de setembro.

O fluxo de comercialização do café é apresentado na Tabela 29. O produtor procura distribuir igualmente as quantidades vendidas de café em todos os meses do ano, com exceção de outubro, quando há uma concentração de 30% da comercialização, pois são necessários recursos extras para saldar grande parte das obrigações financeiras da propriedade.

Tabela 29. Distribuição mensal das vendas de café pelo produtor de sistema que combina cafeicultura e pecuária.

Mês	% de café vendida
Agosto	6%
Setembro	6%
Outubro	30%
Novembro	6%
Dezembro	6%
Janeiro	6%
Fevereiro	6%
Março	6%
Abril	6%
Mai	6%
Junho	6%
Julho	6%

Fonte: Dados de pesquisa

No tocante ao fluxo de comercialização da pecuária, o produtor vende cerca de 120 vacas por ano, sendo em média 40 por mês, em abril, maio e junho. Para manter o rebanho médio anual de 600 cabeças, o proprietário adquire 120 bezerras no mês de outubro.

4.2.2.2 Modelo determinista para o sistema de produção cafeeicultura e pecuária

Na modelagem do sistema de produção que combina cafeeicultura e pecuária também foram considerados dois cenários:

- cenário 1: a área máxima cultivada com café é de 100 hectares, o que é condizente com a situação atual da propriedade estudada;
- cenário 2: foi permitido ao modelo variar a área destinada à cafeeicultura entre 80 e 120 hectares, de forma que a soma das áreas alocadas para café e pecuária sempre totalizassem 580 ha.

Para cada um dos cenários foram construídos modelos deterministas de maximização da margem bruta do sistema, sendo que os modelos diferiram apenas quanto às equações de restrição referentes ao recurso solo. Foram consideradas as seguintes atividades:

- CAFÉ = atividade de produção de café. Semelhante ao modelo do sistema monocultura de café, o coeficiente dessa atividade na função objetivo também é negativo, pois se refere ao custo operacional de produção de café, estimado em R\$1.267,95/ha. É notória a diferença entre esse valor e o custo levantado junto ao monocultor de café, a qual deve-se aos tratamentos culturais mais aprimorados realizados pelo mesmo, principalmente no tocante à aplicação de defensivos e fertilizantes. A diferença de custo é refletida na produtividade mais elevada do monocultor;
- EJUL; EAGO; ESET; EOUT; ENOV; EDEZ; EJAN; EFEV; EMAR; EABR; EMAI; EJUN = quantidades estocadas de café nos meses de julho a junho. Conforme já definido para o sistema monocultura de café, os coeficientes dessas variáveis referem-se ao custo mensal de armazenagem do produto, estimado em R\$ 0,15 por saco beneficiado. A disponibilidade de café para estocagem e venda depende da distribuição do beneficiamento ao longo do ano, ilustrado na Tabela 30.

Tabela 30. Estimativa da distribuição mensal do beneficiamento do café para a propriedade que combina cafeicultura e pecuária.

Mês	Sacos beneficiados (60 kg)/ha colhido	% relativa ao total beneficiado
Julho	600	20%
Agosto	900	30%
Setembro	900	30%
Outubro	300	10%
Novembro	300	10%

Fonte: Dados de pesquisa

- VJUL; VAGO; VSET; VOUT; VNOV; VDEZ; VJAN; VFEV; VMAR; VABR; VMAI; VJUN = quantidades vendidas de café nos meses de julho a junho. As margens brutas dessas atividades são as mesmas utilizadas na modelagem do sistema monocultura de café e apresentadas na Tabela 19 da seção 4.2.1.2;

- FIN = recursos do crédito rural para a produção do café, em R\$/ha. O coeficiente dessa variável na função objetivo é negativo, pois refere-se ao custo de tomada do financiamento, que é de R\$ 87,50. É importante esclarecer que o custo do financiamento por unidade de área do produtor de café e gado é superior ao do monocultor porque a quantidade de recursos emprestada, em relação a área cultivada, é maior que a tomada pelo monocultor.

- PEC = atividade de recria e engorda de gado. O coeficiente dessa variável na função objetivo também é negativo, pois representa seu custo operacional de produção, estimado em R\$ 384,70 por unidade vaca;

- VVABR; VVMAI; VVJUN = atividade de venda de vacas em abril, maio e junho, com margens brutas esperadas de, respectivamente, R\$ 506,34; R\$ 496,28 e R\$ 504,74 por animal. Como o produtor não utiliza suplementação alimentar no inverno, considerou-se que todas as vacas são vendidas até junho, quando se inicia a estação seca e o pasto torna-se escasso para todo o rebanho.

- EVABR e EVMAI = estoque de vacas em abril e maio, referindo-se ao número de vacas que serão vendidas até junho. Os custos de manutenção desses animais no pasto foram estimados em R\$ 6,63 por mês, com base nas despesas com mão-de-obra e sal mineral;

- TCSET; TCOUT; TCNOV; TCDEZ; TCJAN; TCFEV; TCMAR; TCABR; TCMAI; TVJUN; TCJUL; TCAGO = transferência de capital nos meses de setembro a agosto, a uma taxa de juros de 0,5% a.m..

As restrições do modelo determinista de maximização da margem bruta para o sistema café e gado foram definidas como:

- SOLOCAFE = no cenário 1, refere-se à ocupação do solo com cafeicultura, restrita à 100 hectares. Para o cenário 2, há duas restrições referentes à alocação do recurso solo para a produção de café, sendo MAXCAFE a que limita a área máxima destinada ao produto em 120 ha e MINCAFE a que impede que o modelo destine menos que 80 ha para a atividade. Todas as outras restrições são idênticas para os dois cenários;

- SOLOPEC = limita a ocupação máxima do solo com pecuária em 480 ha;

- SOLO = limita a ocupação do solo com as duas atividades em 580ha;

- MDOAGO; MDOSET; MDOUT; MDONOV; MDODEZ; MDOJAN; MOFEV; MDOMAR; MDOABR; MDOMAI; MDOJUN e MDOJUL = necessidade mensal de mão-de-obra para a condução das atividades de pecuária e cafeicultura, considerando a disponibilidade informada na Tabela 20;

- MAQAGO; MAQOUT; MAQNOV; MAQDEZ; MAQJAN; MAQFEV; MAQMAR; MAQABR; MAQMAI; MAQJUN e MAQJUL = necessidade mensal de máquinas agrícolas para a condução das atividades de pecuária e cafeicultura, considerando a disponibilidade informada na Tabela 20;

- CAPAGO; CAPSET; CAPOUT; CAPNOV; CAPDEZ; CAPJAN; CAPFEV; CAPMAR; CAPABR; CAPMAI; CAPJUN e CAPJUL = fluxo de caixa da propriedade, contendo as entradas e saídas de capital em cada mês do ano agrícola, sujeita à quantidade inicial de recursos de R\$ 300 mil;

- EJUL; EAGO; ESET; EOUT; ENOV; EDEZ; EJAN; EFEV; EMAR; EABR; EMAI; EJUN = disponibilidade de sacos beneficiados de café para estoque em cada mês do ano agrícola, lembrando que o beneficiamento inicia-se em julho e termina em novembro, conforme especificado na Tabela 30;

- EVABR; EVMAI; EVJUN = disponibilidade de vacas para venda em abril, maio e junho;
- FICRED = equivale à restrição de fiscalização de crédito, que vincula a tomada de financiamento à área plantada com café.

A Tabela 31 confronta os resultados dos modelos deterministas de maximização da margem bruta para os cenários 1 e 2 com a composição atual de atividades do sistema cafeicultura e pecuária.

Tabela 31. Composição atual de atividades para o sistema “cafeicultura e pecuária” e resultados dos problemas de maximização das margens brutas para os cenários 1 e 2.

Atividades	Sistema Atual	Maximização MB Cenário 1	Maximização MB Cenário 2
CAFÉ	100	100	120
VJUL	189	0	0
EJUL	411	600	720
VAGO	189	0	0
EAGO	1122	1500	1800
VSET	189	0	0
ESET	1833	2400	2880
VOUT	900	0	0
EOUT	1233	2700	3240
VNOV	192	0	0
ENOV	1341	3000	3600
VDEZ	192	0	0
EDEZ	1149	3000	3600
VJAN	192	0	0
EJAN	957	3000	3600
VFEV	192	3000	3600
EFEV	765	0	0
VMAR	192	0	0
EMAR	573	0	0
VABR	192	0	0
EABR	381	0	0
VMAI	192	0	0
EMAI	189	0	0
VJUN	189	0	0
EJUN	0	0	0
FIN	100	0	0
PEC	120	120	115
VVABR	40	120	115
EVABR	80	0	0
VVMAI	40	0	0
EVMAI	40	0	0
VVJUN	40	0	0
MARGEM BRUTA	711.846,32	901.582,3	1.075.225

Fonte: Dados de pesquisa

Os resultados da Tabela 31 sugerem que o produtor de café e gado está operando próximo ao ponto de máximo retorno financeiro, uma vez que a margem bruta atual equivale a 79% do limite que poderia ser atingido, segundo o cenário 1. Espera-se que o produtor adote um comportamento de minimização do risco, não previsto pelos modelos deterministas, e por isso não esteja atingindo o valor máximo de margem bruta. Esse comportamento distingue-se dos resultados do modelo determinista principalmente no tocante aos fluxos de comercialização anual de café e vacas e ao financiamento bancário.

Conforme já demonstrado na Tabela 29, o produtor procura distribuir uniformemente a comercialização do café ao longo do ano, havendo uma concentração de 30% das vendas em outubro para cobrir as obrigações financeiras da fazenda que vencem nesse mês. Essa atitude é muito semelhante à do monocultor, podendo ser considerada uma estratégia de redução de risco e, além disso, indica a importância do café como “moeda”, isto é, estoque de capital com elevada liquidez para fazer frente às situações imprevistas. O modelo determinista para o cenário 1, justamente por desconsiderar o fator risco, alocou todas as vendas do café no mês de fevereiro, onde foi constatado a maior margem bruta esperada da atividade de venda de café, mas também um elevado nível de risco (vide Tabela 23).

No tocante à pecuária, o produtor também procura distribuir as vendas de vacas igualmente durante os meses que antecedem o período de seca, possivelmente como uma maneira de reduzir o risco e também de manter certa constância no fluxo de receita durante os meses de comercialização. Os animais também são uma forma de estoque de capital de elevada liquidez, utilizados quando há necessidade de capital de giro na propriedade. Não obstante, o modelo determinista para o cenário 1 concentrou a venda das vacas em abril, onde a margem bruta esperada da atividade é mais elevada.

No cenário 2, o modelo determinista aumentou a área destinada à cafeicultura, em detrimento da pecuária. Desta forma, foram alocados 120 hectares para o

café e a área com pastagem foi reduzida em 4,2%, sendo de 460 ha e equivalente à 115 unidades vaca. Essa alteração na combinação de atividades pode ser explicada pela cafeicultura ser a atividade com maior margem bruta esperada, em relação à pecuária, embora a última possua menor risco. Desta forma, espera-se que na análise dos modelos de minimização dos desvios a pecuária ganhe destaque na composição do *mix* de atividades da fazenda.

Também deve ser comentado que os resultados dos dois cenários foram unânimes quanto à rejeição do crédito rural, indicando que o financiamento bancário não é uma atividade necessária para a manutenção da produtividade, dados o montante de recursos próprios do agricultor. Não obstante, o produtor opta por emprestar cerca de R\$100 mil por ano de recursos provenientes do sistema oficial de crédito rural.

No tocante à análise de sensibilidade, a Tabela 32 ilustra as restrições atuantes, os valores dos respectivos preços-sombra e os intervalos do RHS para os quais os mesmos são válidos, nos dois cenários analisados.

Tabela 32. Restrições atuantes, preço-sombra e intervalos de RHS resultantes dos modelos deterministas para os cenários 1 e 2 do sistema de cafeicultura e pecuária.

Restrição Atuante	Preço-sombra R\$/ unidade	Intervalo de variação do RHS	
		Cenário 1	Cenário 2
SOLO ²	28,32	-	120 – 600
SOLOCAFÉ ¹	8.710,49	0 a 143,41	-
MAXCAFÉ ²	8.682,13	-	100 – 143,53
SOLOPEC ¹	28,36	0 a 1.804,44	-
CAPAGO	0,06	108.399,11 a ∞	120.552,75 a ∞
CAPSET	0,05	103.770,89 a ∞	115.489,34 a ∞
CAPOUT	0,05	103.106,55 a ∞	114.500,91 a ∞
CAPNOV	0,04	60.605,09 a ∞	72.198,86 a ∞
CAPDEZ	0,04	48.946,91 a ∞	58.563,41 a ∞
CAPJAN	0,03	19.274,06 a ∞	23.147,38
CAPFEV	0,03	-929.083,57 a ∞	-1.115.189,74 a ∞
CAPMAR	0,02	21.276,75 a ∞	26.222,25
CAPABR	0,02	-52.587,00 a ∞	-49.137,00 a ∞
CAPMAI	0,01	4.715,25 a ∞	5.204,13 a ∞
EJUL	333,60	0 a 216.153	0 a 202.600
EAGO	333,74	0 a 217.053	0 a 203.680
ESET	333,90	0 a 261.712	0 a 245.744
EOUT	334,06	0 a 327.653	0 a 307.581
ENOV	334,22	0 a 437.256	0 a 410.404
EDEZ	334,37	0 a 656.164	0 a 615.332
EJAN	334,53	0 a 1.312.594	0 a 1.230.123
EFEV	334,68	-3.000 a ∞	-3.600 a ∞
EMAR	328,96	0 a ∞	0 a ∞
EABR	304,87	0 a ∞	0 a ∞
EMAI	301,77	0 a ∞	0 a ∞
EJUN	284,03	0 a ∞	0 a ∞
EVABR	513,97	-120 a ∞	-115 a ∞
EVMAI	501,27	0 a ∞	0 a ∞
EJUN	507,26	0 a ∞	0 a ∞

Fonte: Dados de pesquisa

¹ Restrição atuante apenas para o modelo determinista do cenário 1

² Restrição atuante apenas para o modelo determinista do cenário 2

Nota-se que o limite de solo disponível para a cafeicultura é o recurso mais restritivo para os dois cenários analisados. O valor do preço-sombra no primeiro cenário indica que se a área cultivada com café for aumentada em 1 ha, a margem bruta

total da propriedade terá um incremento de R\$ 8.710,49. Ou ainda, a redução de 1 ha na área cultivada com café resulta em uma queda R\$ 8.710,49 na margem bruta da propriedade. Para o cenário 2, esse valor é de R\$ 8.622,13. A restrição de solo para a pecuária somente foi atuante no primeiro cenário, sendo seu preço sombra (R\$ 28,36), muito baixo quando comparado ao do recurso solo para o café. A restrição SOLO, que limita a área útil total da propriedade em 580 ha para o segundo cenário, também foi atuante e com baixo preço-sombra, de R\$ 28,32. Esses resultados sugerem que, caso o produtor decida aumentar a área da propriedade, será mais lucrativo investir em café. Por outro lado, é importante lembrar que essa análise ignora o comportamento do produtor perante o risco, pois é fundamentada em um modelo determinista, e também somente é válida dentro dos intervalos de variação do RHS demonstrados na Tabela 32 e com todos os outros parâmetros constantes, sugerindo cautela na aplicação de seus resultados.

As restrições equivalentes ao número de vacas disponíveis para a venda nos meses de abril, maio e junho, também são atuantes. Tomando-se como exemplo o mês de abril, se as outras restrições não forem alteradas, a disponibilidade adicional de um animal para a venda implica em incremento de R\$ 513,97 na margem bruta total do sistema. Nota-se que o intervalo de variação do RHS para essas restrições é extremamente amplo, sugerindo que, mantidas as condições *ceteris paribus*, os respectivos preços-sombra são constantes para diversas quantidades de animais. De maneira semelhante, o número de sacos beneficiado de café para estoque, em todos os meses do ano, foram recursos limitantes, com preços-sombra variando de R\$334,68, em fevereiro, até R\$ 284,03, no mês de junho.

Os recursos mão-de-obra e máquinas agrícolas não são restritivos para o sistema analisado, pois seus respectivos preços-sombra são nulos. Isso significa que alterações nas suas quantidades disponíveis não interferem na margem bruta do sistema, dentro de um intervalo predeterminado de RHS. Por outro lado, o capital é limitante, embora os preços-sombra das restrições equivalentes à disponibilidade mensal de recursos financeiros sejam relativamente baixos. Considerando o mês de maio, tem-se

que a partir de um capital inicial de R\$ 5.204,13, cada R\$1.000 adicionais implicam em aumento de apenas R\$10,00 na renda bruta da propriedade. Mais uma vez ratifica-se que essa análise somente é válida mantendo-se os outros parâmetros do modelo constantes.

A Tabela 33 traz informações sobre a análise de sensibilidade dos coeficientes da função objetivo, permitindo inferir sobre a validade dos resultados apresentados. Tal discussão é muito relevante para este trabalho, pois parte dos coeficientes resultaram de levantamentos primários não baseados em registros formais, portanto com elevado nível de incerteza.

Tabela 33. Análise de sensibilidade dos coeficientes da função objetivo do modelo determinista para o sistema cafeicultura e pecuária.

Variável	Coefficiente atual	Valor mínimo	Valor máximo
VAFÉ	1.267,95	$-\infty$	9.950,08
VJUL	249,54	$-\infty$	333,59
VAGO	247,54	$-\infty$	319,78
VSET	237,54	$-\infty$	321,75
VOUT	238,66	$-\infty$	323,10
VNOV	252,42	$-\infty$	323,94
VDEZ	262,44	$-\infty$	325,05
VJAN	312,81	$-\infty$	325,02
VFEV	326,44	320,56	∞
VMAR	322,46	298,21	328,34
VABR	300,34	297,09	324,74
VMAI	298,77	280,89	320,02
VJUN	282,62	-1,41	300,50
EJUL	0,15	$-\infty$	84,20
EAGO, ESET e EOUT	0,15	$-\infty$	72,39
ENOV	0,15	$-\infty$	71,67
EDEZ	0,15	$-\infty$	62,76
EJAN	0,15	$-\infty$	12,37
EFEV	0,15	-5,73	∞
EMAR	0,15	-24,25	∞
EABR	0,15	-3,10	∞
EMAI	0,15	-17,73	∞
EJUN	0,15	-284,03	∞

Tabela 33. Análise de sensibilidade dos coeficientes da função objetivo do modelo determinista para o sistema cafeicultura e pecuária.

Variável	Coefficiente atual	Valor mínimo	Valor máximo
TCNOV	0,50	-4,09	4,11
FIN	87,50	51,50	∞
PEC	384,69	-34.343,83	498,14
VVABR	506,34	486,90	35.234,86
VVMAI	496,28	495,59	515,73
VVJUN	504,74	-2,53	505,42
EVABR	6,63	-12,81	∞
EVMAI	6,63	5,94	∞
TCSET	0,50	24,07	29,67
TCOUT	0,50	-4,61	4,13
TCDEZ	0,50	-3,57	4,10
TCJAN	0,50	-3,05	4,08
TVFEV	0,50	-2,54	4,06
TCMAR	0,50	-1,30	4,05
TVABR	0,50	-1,51	4,02
TCMAI	0,50	-0,58	4,01
TCJUN	0,50	0,36	3,99
TCJUL	0,50	0,00	3,98

Fonte: Dados de pesquisa

Os coeficientes equivalentes aos custos operacionais de café e pecuária possuem elevada amplitude de variação para a qual permanece inalterada a solução ótima do problema de maximização da margem bruta. Para o café, o valor do coeficiente pode ser até 685% superior ao estimado com base nos dados fornecidos pelo produtor rural, sem que haja mudança nos resultados do modelo. Já para a pecuária, a margem de variação do custo é mais estreita, podendo haver elevação de até 29% para que a solução não seja alterada.

Por outro lado, a análise de sensibilidade dos coeficientes da função objetivo revela que os resultados do modelo determinista para o sistema cafeicultura e pecuária são extremamente sensíveis à variações nas margens brutas da venda do café em janeiro, março, abril, maio e junho e das vendas de vacas em abril, maio e junho. Ressalta-se que o aumento de apenas 1% na margem bruta obtida com a comercialização do café em maio, ou a alta de 0,14% no preço da vaca em junho, já são suficientes para alterar os resultados apresentados na Tabela 33. Esse fato ressalta a fragilidade dos

modelos deterministas, que não consideram a variação de preços e produtividades das atividades agropecuárias e, por isso, resultam em soluções equivalentes a alto nível de especialização (neste caso, a concentração das vendas de café no mês de fevereiro). Sendo assim, evidencia-se a importância dos modelos que incluem a variável risco para auxiliar a tomada de decisão no gerenciamento da propriedade agrícola.

4.2.2.3 Resultados do MOTAD para a propriedade característica do sistema cafeicultura e pecuária

No MOTAD, a variável risco é medida através do desvio médio absoluto das margens brutas das atividades analisadas, no caso comercialização de café e vacas. Zen (2002) comenta a importância da pecuária como alternativa de baixo risco e custo para a composição do *mix* de atividades agropecuárias de uma propriedade rural. De fato, para o presente estudo, a comercialização de vacas assume o importante papel de redução de risco no sistema de produção cafeicultura e pecuária, em função das correlações negativas e elevadas entre as margens brutas das vendas de café e vacas, conforme ilustrado na Tabela 34.

Tabela 34. Correlações entre as margens brutas das atividades de venda mensal de café e vacas – 1997 a 2001.

	VVABR	VVMAI	VVJUN
VJUL	(0,68)	(0,79)	(0,58)
VAGO	(0,84)	(0,91)	(0,75)
VSET	(0,85)	(0,92)	(0,68)
VOUT	(0,74)	(0,84)	(0,69)
VNOV	(0,71)	(0,81)	(0,74)
VDEZ	(0,74)	(0,83)	(0,79)
VJAN	(0,27)	(0,32)	(0,42)
VFEV	(0,51)	(0,56)	(0,64)
VMAR	(0,62)	(0,67)	(0,69)
VABR	(0,69)	(0,75)	(0,69)
VMAI	(0,75)	(0,82)	(0,68)
VJUN	(0,79)	(0,88)	(0,65)

Fonte: IEA/SAA

A solução do MOTAD é encontrada através da minimização da soma dos valores absolutos dos desvios negativos das margens brutas totais. As fronteiras de

eficiência foram geradas parametrizando-se os valores das margens brutas esperadas dos cenários 1 e 2, desde seus valores máximos (encontrados pelo modelo determinista) até zero. Nas Tabelas 35 e 36 são apresentados os valores de margens brutas, desvios e combinações de atividades, que originaram as fronteiras de eficiência para os dois cenários do sistema de produção que combina a cafeicultura e a pecuária. Os dados são apresentados no sentido do aumento da aversão ao risco do produtor, isto é, decrescendo os desvios absolutos associados às respectivas combinações de atividades.

Tabela 35. Resultados do MOTAD para o cenário 1 do sistema de produção cafeeicultura e pecuária.

Margem Bruta (R\$)	901.582,30 ¹	800.000,00	711.846,33 ²	750.000,00	650.000,00	550.000,00	450.000,00	350.000,00	250.000,00	150.000,00	0
Desvio	666.463,20	509.686,70	482.921,90	469.830,60	403.208,70	337.392,10	271.575,40	205.758,80	139.942,20	74.125,57	0
VMAR	0	293	192	0	0	0	0	0	0	0	0
EMAR	0	0	573	0	0	0	0	0	0	0	0
VABR	0	0	192	0	0	0	0	0	0	0	0
EABR	0	0	381	0	0	0	0	0	0	0	0
VMAI	0	0	192	0	0	0	0	0	0	0	0
EMAI	0	0	189	0	0	0	0	0	0	0	0
VJUN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EJUN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FIN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PEC	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	42
VVABR	120	120	40	120	120	120	120	120	120	120	0
EVABR	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0
VVMAI	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0
EVMAI	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0
VVJUN	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Dados de pesquisa

¹ Ponto equivalente ao mínimo risco para a máxima margem bruta esperada

² Situação atual do sistema

Tabela 36. Resultados do MOTAD para o cenário 2 do sistema de produção cafeeicultura e pecuária.

Margem Bruta (R\$)	1.075.224 ¹	1.000.001	900.000	800.000	711.846 ²	700.000	600.000	500.000	400.000	300.000	200.000	100.000	0
Desvio	799.449	654.181	569.412	502.306	482.291	436.117	370.300	310.166	254.860	200.007	145.172	90.343	35.609
VMAR	3.600	1.617	0	0	192	0	0	0	0	0	0	0	0
EMAR	0	0	0	0	573	0	0	0	0	0	0	0	0
VABR	0	0	0	0	192	0	0	0	0	0	0	0	0
EABR	0	0	0	0	381	0	0	0	0	0	0	0	0
VMAI	0	0	0	0	192	0	0	0	0	0	0	0	0
EMAI	0	0	0	0	189	0	0	0	0	0	0	0	0
VJUN	0	0	0	0	189	0	0	0	0	0	0	0	0
EJUN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FIN	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
PEC	115	115	115	117	120	120	120	120	120	120	120	120	120
VVABR	115	115	115	117	40	120	120	120	120	120	120	120	120
EVABR	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0
VVMAI	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0
EVMAI	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0
VVJUN	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Dados de pesquisa

¹ Ponto equivalente ao mínimo risco para a máxima margem bruta esperada.

² Situação atual do sistema

Em ambos os cenários, o ponto de máxima margem bruta esperada também é aquele onde existe maior risco. No cenário 1, este ponto equivale ao cultivo de 100 ha de café e criação de 120 unidades vaca, ou seja, exatamente a atual ocupação do solo da propriedade analisada. No entanto, o programa aloca 100% das vendas de café no mês de fevereiro, onde a margem bruta é maior, porém o desvio também é elevado. Conforme se caminha no sentido da redução do risco, o fluxo de comercialização do café é distribuído entre os meses de agosto, setembro e janeiro, sendo mantida uma concentração de 80% em agosto e setembro. Para o segundo cenário, os resultados são semelhantes, porém, nos pontos de mínimo risco, a comercialização do café apenas ocorre em setembro e janeiro. Não obstante, nesses pontos a queda da quantidade produzida nos dois cenários foi tão significativa, em função da redução da área cultivada com cafeicultura, que dispensa maiores comentários sobre a alocação da comercialização.

No primeiro cenário, onde não existe um limite mínimo para a área alocada para a cafeicultura, esta atividade é continuamente reduzida no sentido da diminuição dos desvios, até ser extinta. Não obstante, a área alocada para a pecuária não é reduzida, corroborando a hipótese da criação de gado ser uma importante atividade para a redução dos riscos das propriedades rurais. No caso do segundo cenário, onde foram impostos limites máximo e mínimo para o cultivo do café e também foi permitido ao modelo variar a área com pecuária, nota-se que na direção do risco decrescente a cafeicultura é reduzida ao mínimo e é alocada a máxima área possível para a criação de vacas. Ou seja, o MOTAD substitui o cultivo do café por pastagens, em função da pecuária ser a alternativa de menor risco para o sistema de produção analisado. Também deve ser comentado que a diversificação da cafeicultura com a pecuária ocorre em praticamente todas as faixas de margens brutas expressas nas Tabelas 35 e 36, ratificando a hipótese de que os produtores diversificam para reduzir o risco econômico.

Ressalta-se que o comportamento atual do produtor não é compatível com parte dos resultados apresentados, principalmente no tocante à distribuição da

comercialização de café e vacas durante o ano. Conforme já discutido, o produtor busca distribuir as vendas de café e vaca uniformemente ao longo dos meses (no caso da pecuária no período que antecede a seca) para manter um fluxo praticamente constante de receita ao longo do ano. Dessa forma, o produtor aproveita-se das correlações negativas entre as margens brutas provenientes da comercialização de animais e café para a redução do risco, pois combina essas atividades nos meses de abril, maio e junho. Também quanto à opção pelo crédito rural, o comportamento do produtor difere dos resultados do MOTAD, que não considerou o financiamento alternativa necessária. Essas diferenças devem-se às características comportamentais não incorporadas aos modelos matemáticos e que se refletem na estratégia pessoal do produtor para a redução do risco do sistema analisado. Na próxima seção é aprofundada a análise do comportamento do produtor rural perante o risco.

4.2.2.4 Localização do sistema cafeicultura e pecuária na fronteira de eficiência e estimativa do coeficiente de aversão ao risco

As figuras 7 e 8 ilustram, respectivamente, as fronteiras de eficiência geradas para os cenários 1 e 2 do sistema de produção cafeicultura e pecuária, bem como a localização da propriedade analisada no espaço margem-bruta – desvio absoluto total.

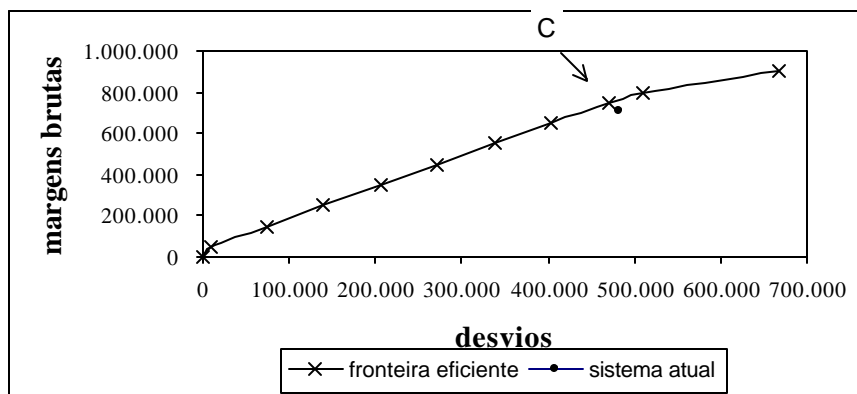


Figura 7 - Fronteira de eficiência econômica para o cenário 1 do sistema de produção cafeicultura e pecuária.

Fonte: Dados de pesquisa

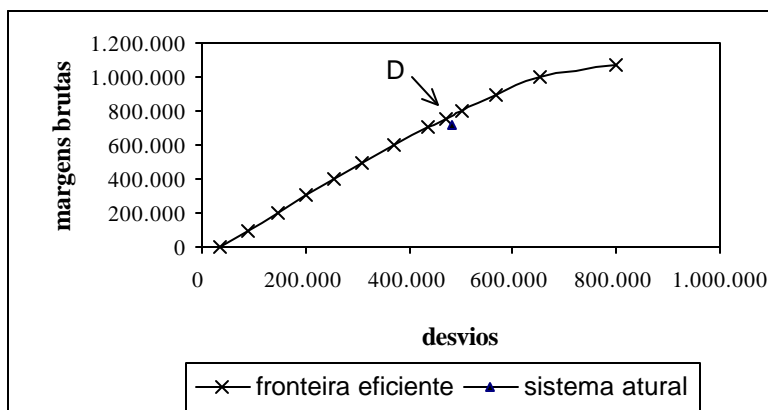


Figura 8 - Fronteira de eficiência econômica para o cenário 2 do sistema de produção cafeeicultura e pecuária.

Fonte: Dados de pesquisa

Pode-se afirmar que as inclinações das duas fronteiras são praticamente constantes do ponto de mínima margem bruta até próximo ao máximo retorno. Na realidade, as regiões equivalentes a margens brutas superiores à R\$ 800 mil, para o cenário 1, e R\$1 milhão, para o cenário 2, possuem menores inclinações quando comparadas ao restante dos pontos das fronteiras. Isso indica que os agentes que operam com elevados retornos esperados possuem menor aversão ao risco, quando comparados aos situados nos pontos equivalentes a expectativas inferiores de margens brutas.

Nota-se que o sistema atual encontra-se abaixo da fronteira eficiente, em ambos os cenários, o que pode ser explicado pelo fato dos modelos não incorporarem todas as características comportamentais do produtor. No entanto, pode-se observar que o sistema atual encontra-se muito próximo às duas fronteiras geradas, o que aumenta a confiabilidade das análises desse trabalho.

Os coeficientes de aversão ao risco foram estimados nos pontos localizados sobre as fronteiras que minimizam as distâncias em relação ao sistema atual. Portanto, os coeficientes de aversão ao risco para os cenários 1 e 2 foram obtidos, respectivamente, nos pontos C e D, os quais equivalem à margem bruta de R\$ 750 mil. Os coeficientes de aversão ao risco calculados para os primeiro e segundo cenários foram

de, respectivamente, 1,25 e 1,51. Portanto, pode-se afirmar que o produtor do sistema cafeicultura e pecuária é mais avesso ao risco do que o monocultor, cujo coeficiente estimado na seção 4.2.1.4 foi de 1,07. Esse resultado corrobora a hipótese levantada a partir dos grupos focais, de que o coeficiente de aversão ao risco dos monocultores seria maior, em função de seus investimentos serem direcionados para um único produto. Na seção 4.2.3.4 essa análise comparativa será aprofundada.

4.2.3 Sistema de produção diversificado

4.2.3.1 Caracterização da propriedade em estudo

Para representar o sistema de produção diversificado foi selecionada aleatoriamente uma propriedade agrícola localizada no município de Fernão. A situação dessa propriedade é bastante condizente com as definições do sistema de produção da pequena propriedade diversificada, levantada junto aos grupos focais. Sua área útil é de 10,26 hectares e atualmente está totalmente alocada para o cultivo de seis produtos, isto é, tangerina poncã (1,26 ha), tangerina murcote (1,20 ha), laranja pêra (1,92 ha), maracujá (0,74 ha), uva niagara (0,14 ha) e café (5 ha). Ao contrário dos outros sistemas analisados, neste caso não será discutida a distribuição do fluxo de comercialização desses produtos, pois todas as frutas produzidas são perecíveis, sendo vendidas nos seus respectivos períodos de colheita. A quantidade produzida de café (120 sacos beneficiados) também é comercializada logo após o beneficiamento, realizado em agosto. Portanto, nesse sistema não existe a possibilidade de escolha entre vender e estocar. Nota-se que a produtividade do café, de 24 sacos beneficiados/ha, é bem inferior à dos outros sistemas já analisados e é um reflexo da escassez de recursos financeiros para investimento em tecnologia e realização dos tratamentos culturais de maneira adequada, como adubação, pulverizações, entre outros.

Devido às restrições financeiras, a família proprietária não investe em tecnologia e utiliza produtos alternativos para o controle de doenças e pragas, como a

calda sulfocálcica, de baixíssimo custo. O capital disponível para a manutenção da propriedade é de R\$ 50 mil por ano, sendo que os produtores não possuem acesso ao financiamento bancário. A mão de obra é familiar, havendo contratação de trabalhadores no período de colheita do café (julho e agosto). A mecanização é baixa nesse sistema de produção e, principalmente em função da pequena extensão de área, a maioria dos tratamentos culturais (adubações, controle de ervas daninhas, pulverizações) é realizada manualmente. No entanto, a propriedade possui um trator de pequeno porte para as operações mais pesadas. A Tabela 37 demonstra a disponibilidade mensal de mão-de-obra (horas-homem) e maquinaria (horas-máquina), calculada segundo a metodologia proposta por Mialhe (1974).

Tabela 37. Disponibilidade de mão-de-obra (horas-homem) e máquinas agrícolas (horas-máquina) no sistema de produção diversificado.

Mês	Horas-homem	Horas-máquina
Agosto	2232	248
Setembro	960	240
Outubro	704	176
Novembro	672	168
Dezembro	544	136
Janeiro	288	72
Fevereiro	224	56
Março	544	136
Abril	768	192
Maió	992	248
Junho	832	208
Julho	2232	248

Fonte: Dados de pesquisa

4.2.3.2 Modelo determinista para o sistema de produção diversificado

O modelo determinista de maximização da margem bruta do sistema de produção diversificado também considerou dois cenários:

- cenário 1: a área máxima cultivada com cada produto é condizente com a situação atual da propriedade, isto é, 5ha para café, 1,92 ha para laranja pêra, 1,20 ha para murcote, 1,26 ha para poncã, 0,74 ha para maracujá e 0,14 ha para uva niagara;

- cenário 2: foi permitido ao modelo acrescentar, ou reduzir, cerca de 20% da área atual cultivada com esses produtos, de forma que a soma total da área cultivada na propriedade fosse sempre 10,26 ha. Dessa forma, os cenários diferem apenas quanto às restrições referentes ao recurso solo.

As variáveis que compõem a função objetivo do modelo de maximização da margem bruta foram definidas como:

- PONC = produção de tangerina poncã, em hectares. A comercialização da poncã é realizada no mês de julho. Com base no preço médio esperado de R\$ 6,53 e produtividade média esperada para região de Marília de 1.288 caixas de 22 kg/ha, estimou-se o valor de margem bruta de R\$ 6.682,74/ha.
- LAR = produção de laranja, em hectares. Para estimar a margem bruta desta atividade (R\$ 792,85/ha), considerou-se o preço médio esperado em julho de R\$5,27 e uma produtividade de 546 caixas de 40,8 kg/ha.
- MURC = produção de tangerina murcote, em hectares. O coeficiente dessa variável foi estimado em R\$11.277,43/ha, baseado em um preço médio em julho de R\$ 9,41 e uma produtividade de 1.324 caixas de 26 kg/ha.
- MARAC = produção de maracujá, em hectares. O produtor colhe maracujá durante nove meses no ano, por isso utilizou-se uma produtividade média de 949 caixas de 13 kg/ha e os dados da Tabela 38, para estimar a margem bruta da atividade em R\$ 6.806,66/ha.

Tabela 38. Distribuição mensal da produção de maracujá e preços médios esperados.

Mês	Quantidade colhida (%)	Preço esperado (R\$/cx 13 kg)
agosto	6%	14,83
setembro	4%	17,85
janeiro	6%	10,51
fevereiro	15%	9,76
março	15%	12,07
abril	15%	9,60
maio	15%	7,93
junho	12%	7,64
julho	12%	9,18

Fontes: IEA/SAA e CEAGESP

- UVA = produção de uva, em hectares. A margem bruta dessa atividade foi estimada em R\$ 55.657,55/ha, com base no preço médio em dezembro, de R\$ 5,05, e produtividade esperada de 10.560 caixas de 6kg /ha;

- CAFE = produção de café, em hectares. O coeficiente dessa variável foi estimado com base em um preço esperado em agosto de R\$ 184,68 e produtividade de 24 sacos de 60 kg por hectare. Sendo assim, o coeficiente na função objetivo foi de R\$3.523,68. Como não foi permitido ao modelo escolher a época de venda do café, esse coeficiente refere-se à margem bruta da atividade e não ao custo operacional, como nos sistemas “monocultura” e “cafeicultura e pecuária”.

- TCSET; TCOUT; TCNOV; TCDEZ; TCJAN; TCFEV; TCMAR; TCABR; TCMAI; TVJUN; TCJUL = transferência de capital nos meses de setembro a agosto, a uma taxa de juros de 0,5% a.m..

As atividades descritas acima competem pelos recursos existentes na propriedade, representados pelas seguintes restrições:

- SOLOT = representa a quantidade total de área disponível para cultivo na propriedade, isto é 10,26 ha. Essa restrição somente existe na modelagem do cenário 2;

- SOLOP = área máxima cultivada com tangerina poncã, no cenário 1, que é de 1,26 ha. Para o segundo cenário existem as restrições SOLPMAX e SOLPMIN, referindo-se aos limites mínimo (1 ha) e máximo (1,5 ha) de área alocada para o cultivo da poncã;

- SOLAR = área máxima cultivada com laranja pêra (1,92 ha), no cenário 1. Para o segundo cenário existem as restrições SLARMAX e SLARMIN, referindo-se aos limites mínimo (1,5 ha) e máximo (2,3 ha) de área alocada para o cultivo de laranja;
- SMURC = área máxima cultivada com tangerina murcote (1,20 ha), no cenário 1. Para o segundo cenário foram formuladas as restrições SMUMAX e SMUMIN, referindo-se aos limites mínimo (0,95 ha) e máximo (1,4 ha) de área alocada para o cultivo de murcote;
- SMAR = área máxima cultivada com maracujá (0,74 ha), no cenário 1. Para o segundo cenário foram formuladas as restrições SMAX e SMIN, referindo-se aos limites mínimo (0,60 ha) e máximo (0,90 ha) de área alocada para o cultivo de maracujá;
- SUVA = área máxima cultivada com uva (0,14 ha), no cenário 1. Para o segundo cenário foram formuladas as restrições SUMAX e SUMIN, referindo-se aos limites mínimo (0,11 ha) e máximo (0,17ha) de área alocada para o cultivo de uva niagara;
- SCAFE = área máxima cultivada com café (5 ha), no cenário 1. Para o segundo cenário foram formuladas as restrições SCMAX e SCMIN, referindo-se aos limites máximo (6 ha) e mínimo (4 ha) de área alocada para o cultivo de café;
- MAQSET; MAQOUT; MAQNOV; MAQDEZ; MAQJAN; MAQFEV; MAQMAR; MAQMAI = necessidade mensal de máquinas agrícolas, sujeita à disponibilidade expressa na Tabela 37 da seção 4.2.3.1.
- MDOAGO; MDOSET; MDOUT; MDONOV; MDODEZ; MDOJAN; MDOFEV; MDOMAR; MDOMAI; MDOJUL = necessidade mensal de mão-de-obra restrita à disponibilidade de horas-homem na propriedade, expressa na Tabela 37 da seção 4.2.3.1.
- CAPAGO; CAPSET; CAPOUT; CAPNOV; CAPDEZ; CAPJAN; CAPFEV; CAPMAR; CAPABR; CAPMAI; CAPJUN; CAPJUL = fluxo de caixa da propriedade, contendo as entradas e saídas de capital em cada mês do ano agrícola, sujeito ao capital operacional inicial, de R\$ 50 mil.

A Tabela 39 apresenta os resultados dos modelos deterministas de maximização da margem bruta para os cenários 1 e 2, bem como a situação atual do sistema de produção diversificado.

Tabela 39. Composição atual de atividades do sistema diversificado e resultados da modelagem para os cenários 1 e 2.

Atividades	Sistema Atual	Maximização MB Cenário 1	Maximização MB Cenário 2
PONC	1,26	1,26	1,50
LAR	1,92	1,92	1,50
MURC	1,2	1,20	1,40
MARAC	0,74	0,74	0,90
UVA	0,14	0,14	0,17
CAFÉ	5,00	5,00	4,79
MARGEM BRUTA	57.083,38	58.045,13	63.604,96

Fonte: Resultados de pesquisa

A Tabela 39 demonstra que o produtor do sistema diversificado encontra-se muito próximo do ponto de máximo lucro, já que sua margem bruta é apenas 1,7% inferior à do cenário 1 (onde a combinação de atividades é a mesma encontrada atualmente na propriedade). No segundo cenário, onde foi permitido ao modelo variar as áreas cultivadas com cada produto, a margem bruta obtida foi de R\$63.604,96, isto é, 11,4% superior à obtida atualmente pelo proprietário. Tal resultado foi alcançado através da ampliação do solo alocado para os cultivos de tangerinas poncã e murcote, maracujá e uva, em detrimento dos plantios de laranja e café, cujas áreas foram reduzidas em, respectivamente, 22% e 4%. O fato das margens brutas dos cultivos de laranja e café serem inferiores às demais levou o modelo a reduzir suas participações no *portfólio* de atividades da propriedade.

É válido comentar que a margem bruta estimada para a atividade de produção de laranja foi muito baixa, em função do seu cálculo ter sido baseado na média dos preços recebidos pelos citricultores paulistas e produtividade média de laranja em Marília, nos últimos cinco anos, disponibilizados pelo IEA. O fato dos citricultores terem enfrentado uma série crise de preços baixos, nos anos de 1999 e 2000, onde os valores médios da caixa de laranja foram de, respectivamente, R\$4,08 e R\$2,96, resultou em uma baixa receita esperada para a atividade. Também a produtividade média de laranja na região de Marília é uma das mais baixas do estado de São Paulo, contribuindo para a

redução da margem bruta da atividade. Além disso, a produção de laranja possui um custo elevado, em função dos tratos culturais desenvolvidos pelo produtor diversificado (três adubações e oito pulverizações, equivalendo a R\$2.010,00/ha/ano, a preços de junho de 2000), o que, aliado à baixa receita esperada, resultou na baixa margem bruta para atividade. Pode-se afirmar que o citricultor possui expectativas de preços mais elevados para a caixa de laranja do que as consideradas no modelo e, por isso, aloca uma área maior que a sugerida pelo resultado da modelagem do segundo cenário, que reduziu o solo destinado à produção de laranja em 22%, ou seja, a máxima redução permitida pela restrição SLARMIN. Não obstante, a análise de sensibilidade dos coeficientes da função objetivo mostrará se os resultados do modelo deterministas permanecem inalterados mesmo para valores mais elevados de margem bruta da produção de laranja.

O motivo da redução da área alocada para a cafeicultura no cenário 2 é semelhante ao da laranja. Para estimar a margem bruta da produção de café também se utilizou a média dos preços recebidos pelos cafeicultores paulistas, nos últimos cinco anos, disponibilizados pelo IEA. Como em 1998 foi iniciada uma nova fase de preços baixos do ciclo plurianual do café, a estimativa de receita esperada para a atividade também foi baixa, o que não deixa de refletir a realidade atual do setor. É importante ressaltar que o produtor, desmotivado pelos baixos preços do café, não realiza os tratos culturais recomendados tecnicamente, de forma que os custos operacionais da atividade são baixos, contribuindo para que a margem bruta não seja muito reduzida e mantenha-se 350% superior à da laranja. Por isso, a redução da área cultivada com café, sugerida pelos resultados do cenário 2, foi de apenas 4%.

Após a discussão da solução ótima do problema, parte-se para a análise de sensibilidade referente à disponibilidade dos fatores de produção e aos coeficientes da função objetivo. A Tabela 40 demonstra as restrições atuantes, os valores dos respectivos preços-sombra e os intervalos do RHS para os quais os mesmos são válidos, nos dois cenários considerados para o sistema de produção diversificado.

Tabela 40. Restrições atuantes, preço-sombra e intervalos de RHS resultantes dos modelos deterministas para os cenários 1 e 2 do sistema de produção diversificado.

Restrição Atuante	Preço-sombra R\$/ unidade	Intervalo de variação do RHS	
		Cenário 1	Cenário 2
SOLOP ¹	6.630,45	0 a 5,53	-
SOLAR ¹	795,16	0 a 5,22	-
SMURC ¹	11.237,18	0 a 5,68	-
SMAR ¹	6.951,56	0 a 0,91	-
SUVA ¹	57.602,07	0 a 1,73	-
SCAFÉ ¹	3.730,20	0 a 13,99	-
SOLOT ²	3.729,80	-	9,47 a 11,47
SOLPMAX ²	2.900,65	-	1,00 a 2,29
SLARMIN ²	-2.934,63	-	0,29 a 2,29
SMUMAX ²	7.507,39	-	0,95 a 2,19
SMAX ²	3.221,76	-	0,60 a 2,92
SUMAX ²	53.872,27	-	0,11 a 0,96
CAPAGO	0,056	-19.699,25 a ∞	-18.432,95 a ∞
CAPSET	0,051	2.229,01 a ∞	2.215,71 a ∞
CAPOUT	0,046	1.826,46 a ∞	1.859,17 a ∞
CAPNOV	0,041	1.231,91 a ∞	1.199,51 a ∞
CAPDEZ	0,036	-4.245,85 a ∞	-6.552,64 a ∞
CAPJAN	0,030	2.862,51 a ∞	5.366,11 a ∞
CAPFEV	0,025	-53,57 a ∞	-485,91 a ∞
CAPMAR	0,020	264,41 a ∞	-14,23 a ∞
CAPABR	0,015	-1.163,24 a ∞	-1.351,51 a ∞
CAPMAI	0,010	-916,56 a ∞	-1.056,80 a ∞

Fonte: Dados de pesquisa

¹ Restrição atuante apenas para o modelo determinista do cenário 1

² Restrição atuante apenas para o modelo determinista do cenário 2

A Tabela 40 demonstra que, para os dois cenários analisados, os recursos mais restritivos são as disponibilidades de solo para cultivo dos produtos com os maiores valores de margens brutas, ou seja, respectivamente, uva, murcote, maracujá e poncã. A viticultura é a atividade mais rentável da propriedade, por isso as restrições SUVA (cenário 1) e SUMAX (cenário 2) possuem os maiores valores de preço-sombra. Sendo assim, no primeiro cenário, o aumento de 1 hectare da área disponível para a viticultura resultaria em elevação de R\$ 57.602,07 na margem bruta da propriedade. No segundo cenário, esse aumento seria de R\$ 53.872,97, porém esses resultados somente são válidos mantendo-se as condições *ceteris paribus*. Para as outras restrições a análise é

semelhante, variando apenas seus valores de preço-sombra e respeitando os intervalos de variação do RHS.

É interessante comentar que o preço-sombra da variável SLARMIN (cenário 2) foi negativo, indicando que se o limite mínimo para cultivo de laranja pêra aumentasse em 1 ha, a margem bruta da propriedade seria reduzida em R\$ 2.934,66. Esse resultado foi motivado pelo fato da margem bruta dessa atividade ser muito baixa, em relação às demais, de forma que o modelo determinista considerou o cultivo de laranja pêra uma atividade inadequada para o objetivo de maximização do lucro do sistema diversificado. É importante ratificar que, em função dos modelos deterministas não incorporarem o risco, suas soluções nem sempre são condizentes com a realidade do produtor rural.

Embora as restrições mensais de capital tenham sido atuantes, seus valores de preço-sombra foram relativamente baixos, variando de R\$ 0,056, para a disponibilidade de capital em agosto, para R\$ 0,010, referente à restrição CAPMAI. Sendo assim, tem-se que o aumento de R\$ 1.000,00 na disponibilidade de capital em agosto resultaria em incremento de apenas R\$ 56,00 na margem bruta total da propriedade. Para as outras restrições de capital a análise é semelhante, lembrando que a mesma somente é válida dentro dos respectivos intervalos de variação do RHS e mantendo-se inalteradas as outras restrições e coeficientes do problema.

Também é interessante comentar que as restrições mensais de mão-de-obra e máquinas agrícolas não foram atuantes para o problema analisado, uma vez que seus respectivos preços-sombra foram nulos. Isso significa que o aumento, ou redução da quantidade disponível de trabalhadores e de máquinas agrícolas, dentro de um intervalo preestabelecido pela análise do RHS e em condições *ceteris paribus*, não interfere no nível da margem bruta da propriedade.

Na Tabela 41 podem ser observados os parâmetros para a análise de sensibilidade dos coeficientes da função objetivo, nos dois cenários considerados para o sistema diversificado de produção. Ressalta-se que essa análise é muito relevante para o presente estudo, pois traz informações sobre a incerteza dos valores dos coeficientes, determinando os intervalos de variação das margens brutas para os quais os resultados discutidos mantêm-se válidos.

Tabela 41. Análise de sensibilidade dos coeficientes da função objetivo do modelo determinista para o sistema de produção diversificado.

Variável	Valor Coeficiente	Cenário 1		Cenário 2	
		Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
PONC	6.682,74	52,29	∞	3.782,09	∞
LAR	782,95	-12,21	∞	- ∞	3.717,59
MURC	11.277,43	40,25	∞	3.770,05	∞
MARAC	6.806,66	-144,90	∞	3.584,90	∞
UVA	55.657,55	-1.944,52	∞	1.785,28	∞
CAFÉ	3.523,68	-206,52	∞	589,04	6.424,36
TCSET	0,005	-0,051	∞	-0,051	0,77
TCOUT	0,005	-0,046	38,97	-0,046	0,74
TCNOV	0,005	-0,040	18,87	-0,041	0,73
TCDEZ	0,005	-0,035	12,66	-0,036	0,67
TCJAN	0,005	-0,031	11,70	-0,031	0,68
TCFEV	0,005	-0,025	3,73	-0,025	0,58
TCMAR	0,005	-0,020	2,88	-0,020	0,57
TCABR	0,005	-0,015	1,31	-0,015	0,56
TCMAI	0,005	-0,010	1,27	-0,010	0,55
TCJUN	0,005	-0,005	1,27	-0,005	0,55
TCJUL	0,005	0	1,26	0	0,55

Fonte: Resultados de pesquisa

A análise dos resultados do modelo de maximização da margem bruta do sistema diversificado de produção revelou que o coeficiente da variável LAR influenciou significativamente a solução ótima do problema, principalmente para o cenário 2. O fato da estimativa da margem bruta do cultivo de laranja pêra ter sido muito baixa, em relação às das outras atividades, levou o modelo de programação linear a reduzir o cultivo dessa fruta ao limite mínimo. No entanto, a Tabela 41 demonstra que tal resultado permaneceria inalterado mesmo se o coeficiente da variável LAR fosse 375% superior ao

atual, o que é equivalente a uma margem bruta de R\$ 3.717,59/ha. Sendo assim, pode-se afirmar que, embora a estimativa da receita da produção de laranja pêra (baseada na média dos preços recebidos pelos citricultores nos últimos cinco anos), esteja abaixo da expectativa do produtor, não invalida os resultados apresentados até o momento. Também para as demais variáveis, as soluções dos problemas de maximização da margem bruta para os dois cenários devem ser mantidas, considerando-se uma grande amplitude de variação dos coeficientes da função objetivo.

No próximo item são apresentados os resultados do modelo com incorporação de risco para o sistema diversificado de produção.

4.2.3.3 Resultados do MOTAD para a propriedade característica do sistema diversificado de produção

Conforme já explicado, no MOTAD a variável risco é mensurada pelo desvio médio absoluto das margens brutas das atividades analisadas, o qual foi calculado a partir das equações 26 e 27, definidas na seção 3.2.3.2. Para cada atividade, a soma dos desvios positivos é igual à dos desvios negativos, de forma que o MOTAD encontra a solução ótima pela minimização da soma dos valores absolutos dos desvios negativos das margens brutas totais. A Tabela 42 apresenta os valores obtidos para os desvios das atividades de produção de poncã, laranja pêra, murcote, maracujá, uva e café, bem como suas relações com as margens brutas esperadas. Nota-se que o produtor diversificou a cafeicultura com atividades cujas relações desvio/margem bruta são mais elevadas que a do café, sendo o maracujazeiro a única exceção.

Tabela 42. Desvios absolutos das margens brutas das atividades desenvolvidas no sistema diversificado de produção.

Atividade	Soma dos desvios negativos	Margens brutas esperadas	Desvio/margem bruta
PONC	-6.290,48	-6.290,48	76%
LAR	-2.812,91	-2.812,91	94%
MURC	-13.282,93	-13.282,93	105%
MARAC	-3.724,61	-3.724,61	33%
UVA	-41.785,55	-41.785,55	77%
CAFE	-1.296,49	-1.296,49	65%

Fonte: Dados de pesquisa

Não obstante, a melhor maneira de avaliar a eficiência da diversificação para a redução do risco do sistema é através matriz de correlações entre as margens brutas das atividades. A existência de valores negativos e elevados de correlações é um indicador de que a diversificação está sendo vantajosa para redução da variação da receita do sistema de produção. A Tabela 43 demonstra os coeficientes de correlação entre as margens brutas das culturas do sistema de produção diversificado. Nota-se que a margem bruta da uva apresenta correlações negativas e elevadas com laranja, maracujá, poncã e murcote. O café, por sua vez, correlaciona-se negativamente com a laranja, poncã e murcote.

Tabela 43. Matriz de correlações entre as margens brutas das atividades produtivas do sistema diversificado.

	café	laranja	maracujá	poncã	murcote	uva
café	1,00	(0,71)	0,51	(0,48)	(0,59)	0,32
laranja		1,00	0,15	0,90	0,81	(0,88)
maracujá			1,00	0,44	0,28	(0,50)
poncã				1,00	0,94	(0,83)
murcote					1,00	(0,62)
uva						1,00

Fonte: IEA/SAA

As fronteiras de eficiência foram geradas para os dois cenários do sistema de produção diversificado através da parametrização do valor da margem bruta esperada, desde o máximo dado pelo modelo determinista, até zero. Nas Tabelas 44 e 45 são

apresentados, respectivamente para os cenários 1 e 2, os valores das margens brutas, desvios e combinações de atividades, encontrados em cada solução ótima. É importante ressaltar que os dados são apresentados no sentido de redução dos desvios absolutos associados às diferentes combinações de atividades, sinalizando o aumento da aversão ao risco do produtor rural.

Tabela 44. Resultados do MOTAD para o cenário 1 do sistema de produção diversificado.

Margem Bruta (R\$)	Desvio	PONC	LAR	MURC	MARAC	UVA	CAFÉ
58.045,13 ¹	22.866,57	1,26	1,92	1,20	0,74	0,14	5
57.083,38 ²	22.866,58	1,26	1,92	1,20	0,74	0,14	5,00
55.000,00	15.670,96	1,26	0	1,06	0,74	0,14	5
50.000,00	9.761,84	1,26	0	0,62	0,74	0,14	5
45.000,00	6.916,34	1,26	1,57	0,08	0,72	0,14	5
40.000,00	5.038,96	1,00	1,92	0,00	0,33	0,14	5,00
35.000,00	3.329,55	0,59	1,92	0,00	0,00	0,14	5,00
30.000,00	2.413,64	0,42	1,92	0	0	0,14	3,96
25.000,00	1.582,79	0,30	1,92	0	0	0,14	2,83
20.000,00	869,81	0,09	1,92	0	0,06	0,12	2,04
15.000,00	545,84	0	1,46	0	0,08	0,09	1,45
10.000,00	321,77	0	0,85	0	0,04	0,05	0,85
5.000,00	97,70	0	0,26	0	0,01	0,02	0,26
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Dados de pesquisa

¹ Ponto equivalente ao mínimo risco para a máxima margem bruta esperada

² Situação atual do sistema

Tabela 45. Resultados do MOTAD para o cenário 2 do sistema de produção diversificado.

Margem Bruta (R\$)	Desvio	PONC	LAR	MURC	MARAC	UVA	CAFÉ
63.604,93 ¹	25.323,78	1,50	1,50	1,40	0,90	0,17	4,79
62.000,00	21.563,17	1,00	1,50	1,37	0,90	0,17	5,31
61.000,00	19.706,41	1,00	1,50	1,25	0,90	0,17	5,44
60.000,00	17.849,66	1,00	1,50	1,11	0,90	0,17	5,57
59.000,00	15.992,91	1,00	1,50	0,98	0,90	0,17	5,71
58.000,00	15.012,91	1,00	1,50	0,95	0,66	0,17	5,98
57.083,38 ²	22.866,58	1,26	1,92	1,20	0,74	0,14	5,00
57.000,00	14.900,81	1,00	1,50	0,95	0,60	0,17	6,00

Fonte: Dados de pesquisa

¹ Ponto equivalente ao mínimo risco para a máxima margem bruta esperada

² Situação atual do sistema

A análise das Tabelas 44 e 45 revela que, em ambos os cenários, a máxima margem bruta equivale ao máximo risco. Considerando os resultados do MOTAD para o primeiro cenário, nota-se que o sistema atual encontra-se muito próximo ao ponto que combina máxima receita e máximo risco. Nesse ponto, a combinação de atividades é idêntica à existente na propriedade estudada. A Tabela 44 também demonstra que as áreas cultivadas com as tangerinas, maracujá, uva e café são reduzidas a medida que se desloca para os pontos de menores risco e receita da fronteira eficiente. Como não existe limite mínimo de solo ocupado com cada atividade, no cenário 1, as áreas de todas as culturas são reduzidas e zeradas, nos pontos de mínimo risco. Isso ocorre porque, na região de mínimo risco da fronteira eficiente, o modelo matemático aloca os recursos financeiros para a poupança, que é a alternativa de menor risco entre as atividades existentes no sistema de produção. A existência de diversificação de atividades em todas as faixas de retorno esperado da Tabela 44 demonstra que o agricultor agiu corretamente quando decidiu investir em diferentes culturas para minimizar seus riscos.

No cenário 2, onde há limite mínimo para as áreas cultivadas com as atividades agrícolas do sistema, a região eficiente de variação de risco e receita é menor que a do primeiro cenário, sendo que os limites da fronteira de eficiência encontram-se

próximos aos pontos de receita de R\$ 63.604,93 a R\$ 57.000,00. Conforme se desloca em direção aos pontos de menor risco, a área cultivada com café aumenta, em função da cafeicultura ser uma atividade agrícola de baixo risco dentro do sistema diversificado de produção. Nota-se que a área cultivada com uva é sempre a máxima possível (0,17 ha), fato que pode ser explicado pela elevada margem bruta proveniente do cultivo de uva e, principalmente, por apresentar correlações negativas e elevadas com as margens brutas das outras culturas, tornando-a uma atividade muito interessante do ponto de vista da redução do risco do sistema. O maracujazeiro também foi considerado uma boa opção no segundo cenário, pois foi alocada a área máxima permitida pela restrição de solo para essa cultura, na maioria dos pontos que traduzem eficiência econômica. Realmente esta fruta, quando não apresenta problemas fitossanitários, é apreciada pelos agricultores, pois gera receita durante nove meses no ano e, além disso, possui elevada taxa de retorno ao investimento (Pizzol et al, 1999).

Também é interessante comentar que, no segundo cenário, o sistema atual encontra-se próximo à região de baixa receita, no espaço bidimensional retorno - risco. Esse resultado é diferente do obtido no primeiro cenário, onde a propriedade analisada situa-se próxima ao ponto de máxima margem bruta e risco da fronteira de eficiência. Essa diferença de resultados existe porque no cenário 2 foi permitido ao modelo variar as áreas alocadas para as culturas, aumentando-as e reduzindo-as em, aproximadamente, 20%. Dessa forma, o modelo matemático alocou mais área para o cultivo de uva, maracujá e murcote na maior parte da região eficiente, em relação ao praticado atualmente pelo produtor rural. Ora, como essas atividades possuem os mais elevados níveis de margem bruta dentre os produtos cultivados na propriedade, é esperado que as soluções do MOTAD equivalham a retornos superiores ao do sistema atual. Na próxima seção é aprofundada a análise do comportamento do produtor rural perante o risco.

4.2.3.4 Localização do sistema diversificado de produção na fronteira de eficiência e estimativa do coeficiente de aversão ao risco.

As Figuras 9 e 10 demonstram as fronteiras de eficiência econômica dos dois cenários analisados para o sistema diversificado de produção, bem como a localização da propriedade analisada no espaço margem bruta – desvio absoluto total.

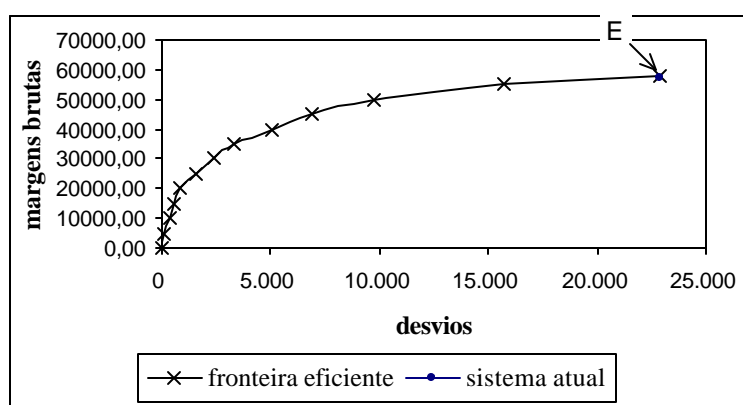


Figura 9 - Fronteira de eficiência econômica para o cenário 1 do sistema diversificado de produção.

Fonte: Dados de pesquisa

A fronteira eficiente ilustrada na Figura 9 possui inclinação mais acentuada nos pontos de baixa margem bruta, indicando que os agentes que se situam nessa região possuem maior taxa de aversão ao risco. Conforme se desloca para pontos de margem bruta mais elevada, a inclinação da curva é cada vez menor, demonstrando que os produtores exigem menor retorno financeiro para aumentar seu risco na mesma proporção da situação anterior.

O sistema atual encontra-se muito próximo à fronteira de eficiência do cenário 1, indicando que a atual combinação de atividades na propriedade é praticamente eficiente, em relação ao *trade-off* entre risco e rendimento. O ponto E é aquele sobre a fronteira de eficiência que minimiza a distância em relação ao sistema atual. O coeficiente de aversão ao risco do produtor do sistema diversificado, calculado no ponto

E, foi de 0,42. Como o sistema atual encontra-se próximo à fronteira eficiente, pode-se deduzir que o coeficiente estimado possui alta probabilidade de traduzir fielmente a realidade do produtor rural, segundo Araújo (1997).

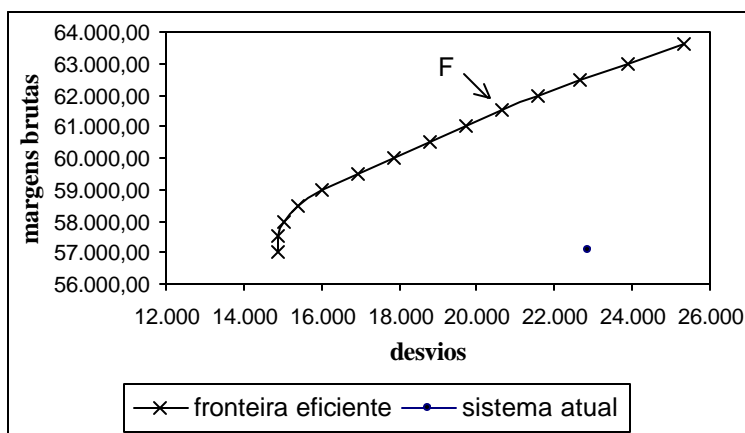


Figura 10 - Fronteira de eficiência econômica para o cenário 2 do sistema diversificado de produção.

Fonte: Dados de pesquisa

A inclinação da fronteira de eficiência do cenário 2 é mais acentuada, em relação à ilustrada na Figura 9, indicando que os agentes econômicos possuem maior aversão ao risco. A Figura 10 ilustra que o sistema atual encontra-se abaixo da fronteira eficiente, sugerindo que o *mix* de atividades escolhido pelo produtor não conduz à máxima eficiência, sob a ótica do *trade-off* entre retorno e risco. Peres (1976) esclarece que o fato dos modelos não incorporarem as características comportamentais dos produtores rurais pode ser a causa da localização fora da fronteira eficiente.

Através do método da distância euclidiana, encontrou-se que o ponto F, equivalente a R\$ 61.500,00 de margem bruta, é o que minimiza a distância do sistema atual em relação à fronteira de eficiência. O coeficiente de aversão ao risco calculado nesse ponto foi de 0,54, superior ao obtido no cenário 1, conforme sugerido pela inclinação da curva. Portanto, ao contrário do esperado, os resultados indicam que o pequeno produtor diversificado é menos avesso ao risco, em relação ao monocultor de café e ao produtor que combina cafeicultura e pecuária. A Tabela 46 resume o

comportamento perante o risco dos produtores rurais dos três sistemas analisados nesta pesquisa.

Tabela 46. Taxas de aversão ao risco dos produtores dos sistemas “monocultura de café”, “cafeicultura e pecuária” e “produção diversificada”.

Sistema de produção	Cenário 1	Cenário 2
Monocultura de café	1,07	1,07
Cafeicultura e pecuária	1,25	1,51
Produção diversificada	0,42	0,54

Fonte: Resultados de pesquisa

Conforme já explicado, a taxa de aversão ao risco reflete a inclinação da fronteira de eficiência no ponto em que se encontra o sistema de produção. Portanto, o formato das fronteiras eficientes influencia significativamente o comportamento dos agentes econômicos perante o risco. A diferença entre os formatos das fronteiras representativas dos três sistemas de produção pode ser explicada pelas diferentes características estruturais de cada propriedade e também por fatores culturais e comportamentais dos produtores rurais, que se expressam na ocupação do solo, tecnologias adotadas etc.

Como era esperado, o monocultor de café mostrou-se menos averso ao risco do que o produtor que combina cafeicultura e pecuária. Na verdade, o fato do monocultor investir os seus recursos em uma única cultura sugere que sua taxa de aversão ao risco deveria ser menor do que à daquele cafeicultor que diversifica sua propriedade com a pecuária, cuja margem bruta é negativamente correlacionada com a do café. Deve-se esclarecer que a opção por investir na monocultura do café reflete uma característica cultural de parte dos cafeicultores de da região de Marília, que recusam veementemente quaisquer opções de diversificação, conforme demonstrado na discussão dos resultados dos grupos focais. A segurança proporcionada pela cafeicultura, em termos de comercialização, a facilidade de acesso à tecnologia e principalmente a

herança familiar da cultura (muitos cafeicultores são a terceira ou quarta geração a assumir a fazenda) são os principais fatores que explicam o comportamento desses produtores.

Porém, contrariando as hipóteses dessa pesquisa, o pequeno produtor diversificado apresentou-se menos averso ao risco que o monocultor de café e o produtor que combina cafeicultura e pecuária. Fasiaben (2002) analisando o comportamento de agricultores familiares do Paraná também encontrou menor grau de aversão ao risco para os pequenos produtores, em relação aos de maior porte. No entanto, os resultados da pesquisa de Peres (1976) demonstraram que os pequenos produtores têm maior grau de aversão ao risco do que os grandes. O fato do pequeno produtor diversificado da região de Marília ter optado por diversificar a cafeicultura com atividades de risco mais elevado (a Tabela 43 demonstra que a relação desvio/margem bruta é mais elevada para a maioria das frutas quando comparada a do café) é um indicativo de sua menor aversão ao risco. Além disso, a matriz de correlações entre as margens brutas das atividades do sistema diversificado demonstra que parte dos produtos está positivamente correlacionada, o que reduz a eficiência da diversificação como forma de reduzir o risco. Não obstante, a diversificação com frutas é uma necessidade para o agricultor, pois a pequena extensão de área da propriedade inviabiliza sua sobrevivência com a receita gerada apenas pela cafeicultura. A fruticultura eleva sensivelmente a margem bruta de sua propriedade, conforme já demonstrado, permitindo sua permanência na atividade agrícola. Com a diversificação o pequeno produtor conseguiu alcançar uma margem bruta/ha superior às obtidas nos outros sistemas. As margens brutas/ha dos sistemas diversificado, monocultura e cafeicultura e pecuária são respectivamente, R\$ 5,56 mil, R\$ 5,39 mil e R\$ 1,23 mil, refletindo a importância da diversificação para elevar a renda dos pequenos produtores.

5 CONCLUSÕES

Neste trabalho foi estudado o comportamento perante o risco dos agentes de três sistemas de produção de café da região de Marília. A tipificação dos sistemas foi realizada em duas etapas, sendo a primeira fundamentada em grupos focais e a segunda, no emprego da análise discriminante para validar os resultados obtidos nas entrevistas em grupos. Com base nessa metodologia de tipificação foi possível identificar os sistemas de produção “monocultura de café”, “cafeicultura e pecuária” e “pequena propriedade diversificada”, bem como suas principais características.

Em termos gerais a monocultura de café é desenvolvida por dois tipos de agricultores, sendo o primeiro o proprietário de até 100 alqueires, que também utiliza mão-de-obra familiar, cuja única fonte de renda é a agricultura e depende do financiamento bancário para manter a atividade. O segundo é o proprietário de grandes extensões de área (geralmente superiores a 100 alqueires), cuja renda geralmente não vem exclusivamente da agricultura e que não utiliza mão-de-obra-familiar. Este produtor não depende do financiamento bancário para manter-se na propriedade, utiliza tecnologia de ponta e a maioria das operações para manutenção da cultura é mecanizada. A principal característica dos monocultores, inclusive dos descapitalizados, é o desinteresse pelas alternativas de cultura para a diversificação, indicando que a cafeicultura é uma atividade que continuará tendo grande importância para a região de Marília. A facilidade de acesso à tecnologia de produção de café, a segurança na comercialização, a facilidade de crédito e, principalmente, a herança familiar são os principais fatores que influenciam a aversão dos cafeicultores pela diversificação.

O sistema de produção que combina cafeicultura e pecuária existe em menor escala na região de Marília, sendo que sua principal característica é a baixa produtividade e pouco investimento em tecnologia na criação de gado. Na verdade, a pecuária é uma atividade colocada no segundo plano pelo produtor, já que a cafeicultura é a principal fonte de receita da propriedade.

No sistema de produção da pequena propriedade diversificada há a presença da cafeicultura e de outras atividades, como a plasticultura, sericicultura e fruticultura. Em função da topografia e do tipo de solo da região, que não permite revolvimento constante, a diversificação é realizada principalmente com culturas perenes. Nessas propriedades é comum a presença da mão-de-obra familiar e da adoção do sistema de parceria, como forma de reduzir os custos de produção. A baixa mecanização é uma característica desse sistema, além da falta de investimentos em tecnologia de produção, reflexo da descapitalização desses produtores.

Para a análise do comportamento dos produtores desses sistemas perante o risco foram escolhidas três propriedades da região que refletissem a maioria das características determinadas nos grupos focais. Para essas propriedades foram construídos modelos deterministas de programação linear considerando-se a ocupação do solo, o padrão tecnológico adotado por cada produtor e dois cenários, segundo a variação das áreas cultivadas. O risco foi introduzido na modelagem com a utilização do MOTAD, que permitiu resultados mais condizentes com a realidade atual dos produtores quando comparados aos dos modelos deterministas de maximização do lucro. Realmente, a pequena distância da maioria dos sistemas de produção em relação às suas fronteiras de eficiência indica o elevado grau de confiabilidade da análise.

Cabe ressaltar que a dificuldade de levantamento dos coeficientes técnicos de produção foi uma limitação desse trabalho, pois quase todos os produtores entrevistados não dispunham de dados confiáveis referentes ao uso de fatores de produção. Infelizmente, essa é uma realidade na produção rural do estado de São Paulo

onde não é difundida a prática do Planejamento e Controle da Produção. Não obstante, a análise de sensibilidade dos modelos de programação linear indica que os resultados apresentados nesta pesquisa mantêm-se inalterados dentro de uma elevada amplitude de variação dos coeficientes levantados. Também em função da dificuldade de levantamento dos coeficientes técnicos optou-se pela utilização de modelos estáticos, que não consideraram o período de formação das culturas perenes. Para contornar essa limitação foram elaborados dois cenários para a análise dos sistemas de produção. No cenário 1 considerou-se como área máxima cultivada com cada produto a existente na propriedade. No segundo cenário permitiu-se a redução e o aumento de, aproximadamente, 20% das áreas cultivadas. Por meio da variação das áreas cultivadas com os diferentes produtos, alterou-se as características estruturais de cada propriedade, resultando em diferentes formatos das fronteiras de eficiência para um mesmo sistema, principalmente no caso da pequena propriedade diversificada e do sistema que combina cafeicultura e pecuária. As diferentes inclinações dessas fronteiras deram origem a diferentes coeficientes de aversão ao risco para o mesmo sistema. Apenas para o sistema monocultura de café os coeficientes foram idênticos nos dois cenários analisados, o que pode ser explicado pela única diferença entre os dois cenários ser a variação na área cultivada com café. Para os outros sistemas, por haver maior diversidade de atividades, as diferenças estruturais entre os dois cenários influenciaram mais significativamente os resultados. Não obstante, a diferença entre as taxas de aversão ao risco para os produtores dos sistemas cafeicultura e pecuária e pequena propriedade diversificada foram pequenas entre os dois cenários e não alteraram suas posições no *ranking* de aversão ao risco.

A análise dos coeficientes de aversão absoluta ao risco revela que o produtor do sistema cafeicultura e pecuária é mais averso ao risco do que o monocultor. Esse comportamento era esperado, pois as margens brutas da pecuária são negativamente correlacionadas com as do café, indicando que a combinação dessas atividades é eficiente do ponto de vista da redução do risco. Como o monocultor investe em apenas um produto, sendo indiferente à qualquer alternativa de diversificação, torna-

se evidente sua menor taxa de aversão ao risco. No entanto, os resultados da modelagem também indicam que o pequeno produtor diversificado é menos averso ao risco do que o monocultor, contrariando as hipóteses iniciais do trabalho. Esse comportamento pode ser explicado pela estratégia de diversificação adotada pelo agricultor, que optou por investir em diversas espécies frutíferas e na cafeicultura. Ora, grande parte das frutas possui maior grau de risco que o café e, além disso, muitas dessas atividades são positivamente correlacionadas, o que reduz a eficiência da diversificação na minimização dos riscos do sistema. Com isso, pode-se afirmar que o objetivo principal da diversificação da pequena propriedade é a elevação da margem bruta do sistema, pois somente com a cafeicultura o produtor não obteria renda suficiente para permanecer na atividade. As elevadas margens brutas das espécies frutíferas por hectare corroboram essa afirmação, pois somente a viticultura possui um retorno esperado de R\$ 55.658,00. Também é importante acrescentar que, com a diversificação, o pequeno produtor alcançou o maior valor de margem bruta/ha dos três sistemas analisados.

Os pequenos produtores são os mais penalizados nas fases de baixos preços do ciclo plurianual do café, pois a pequena extensão da área cultivada com o produto, na maioria das vezes, não gera receita suficiente para a continuidade da atividade. Realmente, os pequenos produtores da região de Marília estão muito descapitalizados e não têm acesso a financiamento bancário, ficando impossibilitados de investir em tecnologia para aumentar a produtividade e eficiência do café. A crise é tão séria que muitas pequenas propriedades estão se transformando em loteamentos imobiliários, como chácaras e áreas de lazer, e outras estão sendo anexadas a grandes propriedades. Por isso, esses agricultores são os mais interessados em obter novas alternativas para a diversificação de atividades, já que essa parece ser a única maneira de elevar suas receitas. Diante disso, pode-se afirmar que a grande contribuição dessa pesquisa é mostrar e divulgar a situação desses produtores, a importância da diversificação para os mesmos e abrir espaço para a realização de outros estudos na região de Marília. É muito importante que futuras pesquisas levantem alternativas de cultivo para elevar a renda dos pequenos produtores da região, considerando estudos de

mercado em nível regional, estadual, nacional e internacional, detectando as preferências dos consumidores e identificando canais de comercialização. Por outro lado, também é interessante aprofundar o estudo da situação dos pequenos produtores da região de Marília inseridos em outros sistemas que não incluam a cafeicultura, para se ter uma visão mais abrangente dos problemas enfrentados e definir ações efetivas para o desenvolvimento regional.

ANEXO: Questionário para identificação dos sistemas de produção

ANEXO: Questionário para identificação de sistemas de produção

1. Área cultivável da propriedade: _____

2. Atividades desenvolvidas e suas respectivas áreas:

Atividade	Área
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

3. Mão-de-obra (número de pessoas):

Familiar: _____

Contratada: _____

Regime de Parceria: () SIM () NÃO

4. Já tomou, ou pretende tomar financiamento bancário para manter a propriedade ?

() SIM () NÃO

Valor: _____

5. Já saldou suas dívidas no banco ?

() SIM () NÃO

Valor: _____

6. Possui alguma fonte de renda não-agrícola ?

() SIM () NÃO

7. Aplica capital proveniente da fonte não-agrícola na propriedade ?

() SIM () NÃO

Valor: _____

8. A lavoura é adaptada para tratos mecanizados ?

() SIM () NÃO

9. Máquinas e implementos agrícolas existentes na propriedade:

Equipamento	Ano
_____	_____
_____	_____
_____	_____

10. É constantemente informado sobre as novas tecnologias de produção ? (práticas de cultivo, controle de pragas, novas variedades etc.)

SIM NÃO

11. Já perdeu alguma safra por dificuldades de comercialização ?

SIM NÃO

12. Costuma utilizar instrumentos como CPR, financiamento via empresa de defensivos etc?

SIM NÃO

Quais?

13. Vive na propriedade ?

SIM NÃO

14. Está em busca de novas alternativas para a propriedade ?

SIM NÃO

15. Possui filhos cursando faculdade em outra cidade?

SIM NÃO

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADESINA, A.A.; OUATTARA, A.D. Risk and agricultural systems in northern Côte d'Ivoire. **Agricultural Systems**, v.66, n.1, p.17–32, Oct. 2000.
- AGOSTINI, I. Alternativas agrícolas de inverno em condições de risco e de limitação na disponibilidade de máquinas para a região do Planalto. Porto Alegre, 1981. 89p. Dissertação (M.S.) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- AMBRÓSIO, L.A. Planejamento do uso sustentável da terra em microbacias hidrográficas: uma abordagem de programação por metas. Piracicaba, 1997. 145p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- ANDERSON, J.R.; DILLON, J.L.; HARDAKER, J.B. **Agricultural decision analysis**. Ann Arbor: UMI, 1977. 342p.
- ARAÚJO, L.A. Fronteira de eficiência econômica sob condições de risco: uma análise da convergência econômica entre empresas agrícolas do Sul de Santa Catarina. Piracicaba, 1997. 150p. Dissertação (M.S.) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

- AZEVEDO FILHO, A.J.B.V.; PERES, F.C. Competitividade da cultura da soja em uma empresa da região de Campinas, SP. In: CONTINI, E.; ARAÚJO, J.D.; OLIVEIRA, A.J. et al. **Planejamento da propriedade agrícola: modelos de decisão**. Brasília: EMBRAPA, DDT, 1984. p.289-300.
- BACHA, C.J.C. A cafeicultura brasileira nas décadas de 80 e 90 e suas perspectivas. **Preços Agrícolas**, v.12, n.142, p.14–22, ago. 1998.
- BACKUS, G.B.C.; EIDMAN, V.R.; DIJKHUIZEN, A.A. Farm decision making under risk uncertainty. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, v.45, n.3, p.327-328, 1997.
- BADER, G.E.; ROSSI, A.R. **Focus groups: a step by step guide**. s.n.t. 39p.
- BALVERDE, N.R.M. Avaliação econômica de sistemas intensivos na pecuária uruguaia em condições de risco: um estudo de caso. Piracicaba, 1997. 83p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- BARBOUR, R.S.; KITZINGER, J. **Developing focus group research**. London: Sage, 1999. 225p.
- BAUER, P.W. Recent developments in the econometric estimation of frontiers. **Journal of Econometrics**, v.46, n.1, p.39–56, 1990.
- BERTALANFFY, L. **General system theory**. New York: G. Braziller, 1968. 265p.

BITTENCOURT, M.V.L.; SAMPAIO, AV.; HASEGAWA, M.M. Tomada de decisão em condições de risco: aplicação para a região norte do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 36., Poços de Caldas, 1998. **Anais**. Brasília: SOBER, 1998. p.987–998.

CAIXETA FILHO, J.V. **Pesquisa operacional aplicada**. Piracicaba: ESALQ, Depto Economia Administração e Sociologia, 1998. 183p. (Relatório técnico referente a projeto de pesquisa apoiado pelo CNPq. Proc.: 301540/91 – 8 – NV)

CAIXETA FILHO, J.V. **Pesquisa operacional**: técnicas de otimização aplicadas a sistemas agroindustriais. Piracicaba: s. ed., 2000. 212p.

CHANG M.Y.; SEREIA, V.J. Tipificação e caracterização dos produtores rurais do Estado do Paraná. **Boletim Técnico IAPAR**, n.39, p.5-151, maio 1980.

CHIANG, A. **Matemática para economistas**. São Paulo: Makron Books, 1982. 684p.

CONAGIN, A.; NAGAI, V.; AMBRÓSIO, A. Introdução à análise estatística e técnicas experimentais. Campinas: Instituto Agrônomo, 2000. (Apostila do curso de pós-graduação em agricultura tropical e sub-tropical)

DILLON, J.L.; SCANDIZZO, P.L. Risk attitudes of subsistence farmers in northeast Brazil: a sampling approach. **American Journal of Agricultural Economics**, v.60, n.3, p.425–35, 1978.

FARREL, M.J. The measurement of productive efficiency. **Journal of Royal Statistical Society**, v.120, n.2, p.253–281, 1957.

- FASIABEN, M.C.R.. Fronteira de eficiência econômica em condições de risco: análise de sistemas de produção familiares da região centro-sul do Paraná. Piracicaba, 2002. 121p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- FERREIRA, A. L. Estudo da viabilidade técnico-econômica da fruticultura de clima temperado no estado de Minas Gerais. Viçosa, 1975. 128p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.
- FIGUEIREDO, N.M.S.; BACCHI, M.R.P.; PERES, F.C. Alternativas para a produção agrícola do projeto de assentamento rural de Araras 2. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, Salvador, 1993. **Anais**. Florianópolis: ANPAD, 1993. p.109–121.
- FORTES, N.T. Tipificação de estabelecimentos agropecuários e a programação de extensão rural. Viçosa, 1981. 130p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa.
- FRANKLAND, J.; BLOOR, M. Some issues arising in the systematic analysis of focus group materials. In: BARBOUR, R.S.; KITZINGER, J. (Ed.). **Developing focus group research**. London: Sage, 1999. Chap.10, p.156-172.
- HAZZEL, P.R.R. A linear alternative to quadratic and semivariance programming for farm planning under uncertainty. **American Journal of Agricultural Economics**, v.53, n.1, p.53–72, 1971.
- HILLIER, F.S.; LIEBERMAN, G.J. **Introduction to mathematical programming**. New York: Mcgraw-Hill, 1995. 645p.

- LEITE, L.R.F. Alternativas de produção em propriedades agrícolas do projeto de desenvolvimento rural integrado do Brejo Paraibano. Lavras, 1980. 120p. Dissertação de Mestrado (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras.
- MACIEL, J. **Elementos de teoria geral dos sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1974. 404p.
- MARKOWITZ, H.M. Portfolio selection. **Journal of Finance**, v.7, n.1, p.77-91, Mar. 1952.
- MARKOWITZ, H.M. **Portfolio selection**: efficient diversification of investments. New York: John Wiley & Sons, 1959. 344p.
- MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P.F.; TOLEDO, P.E.N. et al. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, v.23, n.1, p.123-139, 1976.
- MIALHE, L.G. **Manual de mecanização agrícola**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1974. 301p.
- MOURA, J.H.M. Alternativas de produção para reservas extrativistas: uma análise econômica para a reserva Cachoeira – Xapuri – Acre. Viçosa, 1994. 54p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.
- PAYÉS, M.A.M. Sistemas de produção predominantes no município de Rio Azul - Paraná. **Boletim Técnico IAPAR**, n.27, p.5-43, set. 1989.
- PERES, F.C. Derived demand for credit under conditions of risk. Ohio, 1976. 141p. Dissertation (Ph.D.) – The Ohio State University.

- PERES, A.R.P. Baixa produtividade do milho como consequência da tomada de decisão sob condições de risco na agricultura. Piracicaba, 1981. 118p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- PIZZOL, S.J.S.; CARVALHO, P.H.A.G.; MARTINES FILHO, J.G. Custo de produção e viabilidade econômica da cultura do maracujá amarelo (*Passiflora edulis*) no estado de São Paulo. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ADMINISTRAÇÃO RURAL, 2., Belo Horizonte, 1999. **Anais**. Uberaba: ABAR, 1999. p.109–121.
- PIZZOL, S.J.S.; CARVALHO, P.H.A.G. Impacto da desvalorização cambial sobre os custos de produção do maracujá na região de Vera Cruz, SP. **Preços Agrícolas**, v.14, n.159, p.32–33, jan. 2000.
- RENCHER, A.C. **Methods of multivariate analysis**. New York: John Wiley & Sons, 1995. 627p.
- SAMPAIO, A.V. A agroindústria e a geração de emprego no município de Vera Cruz, estado de São Paulo. Piracicaba, 1995. 79p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- SEIFORD, L.M.; THRALL, R.M. Recent developments in DEA: the mathematical programming approach to frontier analysis. **Journal of Econometrics**, v.46, n.1, p.7–38, 1990.
- SHAPIRO, B.I.; SANDER, J.H.; REDDY, K.C.; BAKER, T.G. Evaluating and adapting new technologies in a high-risk agricultural system - Niger. **Agricultural Systems**, v.42, n.2, p.153–171, 1993.

- SHARMA, S. **Applied multivariate techniques**. New York: John Wiley & Sons, 1996. 493p.
- TEMPLETON, J.F. **Focus groups**: a strategic guide to organizing, conducting and analyzing the focus group interview. New York: McGraw-Hill, 1994. 308p.
- THOMSON, K.J.; HAZELL, P.B.R. Reliability of using the mean absolute deviation to derive E-V efficient farm plans. **American Journal of Agricultural Economics**, v.54, n.3, p.503-506, 1972.
- TRONCOSO, J.L.; HARDAKER, J.B. Dos métodos para introducir los pronosticos del empresario en la planificación de predios agrícolas. **Ciencia e Investigación Agraria**, v.6, n.4, p.314–323, 1979.
- VALLE, E.R.; ANDREOTTI, R.; THIAGO, L.R.S. **Estratégias para aumento da eficiência reprodutiva e produtiva em bovinos de corte**. Campo Grande: EMBRAPA, 1998. 42p.
- VIEIRA, M.C. Avaliação econômica de micro e mini usinas de leite na DIRA de Marília. Piracicaba, 1998. 244p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- ZEN, S. de. Diversificação como forma de gerenciamento de risco na agricultura. Piracicaba, 2002. 107p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.