

**FRONTEIRA DE EFICIÊNCIA ECONÔMICA
SOB CONDIÇÕES DE RISCO:**

**uma análise da convergência econômica entre empresas agrícolas
do Sul de Santa Catarina**

LUIS AUGUSTO ARAÚJO

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

Setembro - 1997

**FRONTEIRA DE EFICIÊNCIA ECONÔMICA
SOB CONDIÇÕES DE RISCO:**

**uma análise da convergência econômica entre empresas agrícolas
do Sul de Santa Catarina**

LUIS AUGUSTO ARAÚJO

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. **JOSÉ VICENTE CAIXETA FILHO**

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

Setembro - 1997

FRONTEIRA DE EFICIÊNCIA ECONÔMICA
SOB CONDIÇÕES DE RISCO:
uma análise da convergência econômica entre empresas agrícolas
do Sul de Santa Catarina

LUIS AUGUSTO ARAÚJO

Aprovada em:

Comissão julgadora:

Prof. Dr. José Vicente Caixeta Filho

ESALQ/USP

Prof. Dr. Paulo Fernando Cidade de Araujo

ESALQ/USP

Prof. Dr. Carlos Tadeu dos Santos Dias

ESALQ/USP

Prof. Dr. José Vicente Caixeta Filho
Orientador

Aos meus pais
Orestes Araujo e Ida Filomena Natividade Araujo
e
a minha esposa Rogéria e filhas Anelise e Alessandra
Dedico

Aos meus avós, irmãos, tios, cunhados, sobrinhos e primos
Ofereço

AGRADECIMENTOS

À Universidade de São Paulo, através do Departamento de Economia e Sociologia Rural da ESALQ/USP.

Ao professor Dr. José Vicente Caixeta Filho, pela orientação, pela amizade e apoio dedicado.

Aos professores e membros da banca examinadora Dr. Paulo Fernando Cidade de Araujo e Dr. Carlos Tadeu dos Santos Dias, pelas contribuições.

Aos professores Dr. Adriano J. B. V. Azevedo Filho e Dr. Fernando Curi Péres, pelas sugestões iniciais.

Aos professores do Departamento de Economia e Sociologia Rural da ESALQ/USP, pelos ensinamentos.

Aos professores Silvio S. Zocchi e Roseli A. Leandro do Departamento de Matemática e Estatística da ESALQ/USP, pelas sugestões em programação matemática.

A todos os funcionários do Departamento de Economia e Sociologia Rural da ESALQ/USP.

À Professora Clenice Rodrigues Machado, pela cuidadosa revisão do texto final.

A todos os colegas do curso de Mestrado em Economia Aplicada, pelo companherismo e amizade, e também ao colega Ricardo Lopes, pelas contribuições em informática.

Aos colegas da Empresa de Pesquisa e Extensão Rural de Santa Catarina atuantes no Programa de Gestão Agrícola que contribuíram direta e indiretamente na realização deste trabalho e, em especial, ao colega Inácio Trevisan, pelo apoio logístico na conclusão desta dissertação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pelo apoio financeiro durante o período de março de 1996 a fevereiro de 1997.

À Empresa de Pesquisa e Extensão Rural de Santa Catarina S.A., pela confiança, pela oportunidade e pelo apoio financeiro à realização deste curso.

SUMÁRIO

| | |
|--|------|
| LISTA DE FIGURAS..... | iv |
| LISTA DE TABELAS..... | vi |
| RESUMO..... | viii |
| SUMMARY..... | x |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1 OBJETIVO | 3 |
| 1.2 IMPORTÂNCIA DO PROBLEMA PROPOSTO..... | 4 |
| 1.3 CONVERGÊNCIA ECONÔMICA E TEORIAS DO DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA..... | 6 |
| 1.4 A ECONOMIA AGRÍCOLA DO ESTADO DE SANTA CATARINA..... | 12 |
| 1.5 ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO..... | 19 |
| 2. ANÁLISE DE FRONTEIRA E O PLANEJAMENTO DA EMPRESA AGRÍCOLA PELA PROGRAMAÇÃO LINEAR..... | 21 |
| 2.1 ABORDAGENS PARA ANÁLISE DA FRONTEIRA EFICIENTE | 21 |
| 2.2 LIMITAÇÕES E POTENCIALIDADES DA PROGRAMAÇÃO LINEAR..... | 24 |
| 2.3 A UTILIZAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO LINEAR NO PLANEJAMENTO AGRÍCOLA A NÍVEL MUNDIAL..... | 28 |
| 2.4 A UTILIZAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO LINEAR NO PLANEJAMENTO AGRÍCOLA NO BRASIL ... | 31 |
| 3. MODELAGEM DO PROBLEMA | 36 |
| 3.1 PRINCÍPIOS DE TOMADA DE DECISÃO SOB RISCO..... | 36 |

| | |
|---|-----|
| 3.2 O MODELO TEÓRICO: MOTAD..... | 38 |
| 3.3 O MODELO EMPÍRICO DE MAXIMIZAÇÃO DA MARGEM BRUTA..... | 43 |
| 3.4 ESPECIFICAÇÃO DE DADOS E PROCEDIMENTOS | 45 |
| 3.5 FUNÇÃO OBJETIVO E RESTRIÇÕES DE FATORES | 46 |
| 3.5.1 <i>Função Objetivo</i> | 46 |
| 3.5.2 <i>Restrição dos Desvios em Relação à Média</i> | 48 |
| 3.5.3 <i>Restrição de Terra</i> | 50 |
| 3.5.4 <i>Restrição de Trabalho</i> | 52 |
| 3.5.5 <i>Restrição de Capital</i> | 52 |
| 3.6 DEFINIÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL DAS EMPRESAS | 53 |
| 3.7 GERAÇÃO DA FRONTEIRA DE EFICIÊNCIA | 55 |
| 3.8 ESTIMATIVA DO “PONTO ÓTIMO” E DO GRAU DE AVERSÃO AO RISCO | 57 |
| 3.8.1 <i>Ajuste da Forma Funcional para a Fronteira de Eficiência</i> | 59 |
| 3.8.2 <i>Cálculo da Distância Euclideana</i> | 61 |
| 3.8.3 <i>Estimativa do Coeficiente de Aversão ao Risco e da Elasticidade Retorno-Risco</i> .. | 62 |
| 3.9 LIMITAÇÕES DO MODELO | 64 |
| 3.10 ANÁLISE DA CONVERGÊNCIA..... | 66 |
| 3.11 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 71 |
| 4. RESULTADOS EMPÍRICOS E DISCUSSÃO | 72 |
| 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL | 73 |
| 4.2 EFICIÊNCIA ECONÔMICA PARA MAXIMIZAÇÃO DA UTILIDADE E DO RETORNO | 75 |
| 4.2.1 <i>Estimativa do Coeficiente de Aversão ao Risco</i> | 84 |
| 4.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE O PONTO ÓTIMO E A CONVERGÊNCIA ECONÔMICA | 86 |
| 4.4 EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS DA CONVERGÊNCIA ENTRE EMPRESAS | 90 |
| 4.5 CONVERGÊNCIA SOB O ENFOQUE DO MODELO DE DIFUSÃO..... | 97 |
| 4.6 CONTRIBUIÇÕES DO ESTUDO, LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS | 100 |
| 5. CONCLUSÕES..... | 105 |
| ANEXO A..... | 110 |
| ANEXO B..... | 113 |

| | |
|---------------------------------|-----|
| ANEXO C..... | 117 |
| ANEXO D..... | 125 |
| ANEXO E..... | 127 |
| ANEXO F..... | 131 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 133 |
| APÊNDICE 1..... | 144 |

LISTA DE FIGURAS

1. Representação de uma possível relação do nível inicial da renda per-capita de duas economias com o seu estado estacionário, num determinado período de tempo..... 8
2. Evolução da participação setorial no Produto Interno Bruto catarinense..... 14
3. Níveis de desempenho econômico obtidos por empresas da região de Tubarão com Superfície Agrícola Útil (SAU) média de 24,91 ha..... 18
4. A fronteira E-V como plano ótimo da empresa..... 39
5. Padrões de Margem Bruta esperados das principais atividades de empresas agrícolas localizadas na região Sul Catarinense..... 47
6. Pontos ao longo da fronteira de eficiência econômica e identificação da situação atual para a empresa P183026, considerando a esperança da Margem Bruta em função do Desvio Absoluto..... 56

| | |
|--|----|
| 7. Determinação do ponto de equilíbrio através da distância euclidiana do ponto correspondente a situação atual até a fronteira de eficiência relevante..... | 58 |
| 8. Relações entre σ e β -convergência potencial..... | 69 |
| 9. Caracterização da situação atual em termos de Margem Bruta e Desvio Absoluto para as empresas..... | 74 |
| 10. Potencial de crescimento econômico para o comportamento maximizador da Margem Bruta (Cenário A) e da utilidade (Cenário B)..... | 76 |
| 11. Eficiência econômica relativa estimadas para o comportamento maximizador da Margem Bruta e da utilidade para os diferentes tipos de empresas analisadas..... | 80 |
| 12. Eficiência econômica relativa estimadas para o comportamento maximizador da Margem Bruta e da utilidade para as empresas estudadas..... | 82 |
| 13. Estimativa do coeficiente de aversão ao risco..... | 84 |
| 14. Convergência absoluta potencial entre as empresas para o cenário de maximização da Margem Bruta..... | 91 |
| 15. Convergência absoluta potencial entre as empresas para o cenário de maximização da utilidade..... | 91 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| 1 - Evolução do PIB, população e renda per-capita Catarinense no período 1985-95..... | 13 |
| 2 - Desempenho da produção agrícola - Santa Catarina - safra 94/95..... | 15 |
| 3 - Remuneração dos fatores de produção, para a média dos agricultores (ano agrícola 1991/92)..... | 17 |
| 4 - Padrões de Margem Bruta das atividades para o período de 1989 a 1995..... | 49 |
| 5 - Matriz de coeficientes técnicos e restrições impostas às atividades..... | 51 |
| 6 - Sistemas de produção para o agregado das 33 empresas com seus respectivos níveis de Margem Bruta e Desvio Absoluto..... | 71 |
| 7 - Estimativa dos parâmetros da fronteira de eficiência na forma Cobb-Douglas, do coeficiente de aversão ao risco e da distância euclidiana para cada uma das empresas..... | 77 |

| | |
|---|-----|
| 8 - Eficiência econômica relativa para os diferentes tipos de empresas analisadas considerando-se os Cenários A e B..... | 81 |
| 9 - Estimativas do coeficiente de aversão ao risco segundo a tipificação das empresas considerando a composição da Renda Bruta Total e a atividade principal do sistema de produção..... | 85 |
| 10 - Análise de convergência absoluta e condicional potencial, para o agregado de empresas estudadas, considerando-se o comportamento de maximização da Margem Bruta e da utilidade..... | 92 |
| 11 - Análise de convergência absoluta potencial, segundo os tipos de empresas estudadas, considerando-se o comportamento de maximização da Margem Bruta e da utilidade..... | 95 |
| 12 - Análise de convergência condicional potencial, segundo os grupos de empresas por atividade principal, considerando-se o comportamento de maximização da Margem Bruta e da utilidade..... | 96 |
| 13 - Estimativas do ponto ótimo obtidos para a situação atual e para os Cenários A e B..... | 128 |
| 14 - Estimativas da elasticidade retorno-risco e do coeficiente de aversão ao risco..... | 129 |
| 15 - Eficiência econômica relativa para o comportamento de maximização da utilidade e da Margem Bruta..... | 130 |

**FRONTEIRA DE EFICIÊNCIA ECONÔMICA SOB CONDIÇÕES DE RISCO:
uma análise da convergência econômica potencial entre empresas agrícolas
do Sul de Santa Catarina**

Autor: LUIS AUGUSTO ARAÚJO

Orientador: Prof. JOSÉ VICENTE CAIXETA FILHO

RESUMO

O objetivo principal deste estudo é a análise da eficiência econômica de empresas agrícolas sob condições de risco, através de um modelo de fronteira, a partir do tratamento de dados *cross-section* do sul do Estado de Santa Catarina. Incluem-se também como objetivos específicos, a identificação ao longo da fronteira de eficiência dos pontos de máxima Margem Bruta e utilidade, sendo que para a maximização da utilidade assume-se o ponto na fronteira mais próximo relação à situação atual. Além disso, realizou-se testes de hipóteses sobre a convergência econômica potencial para o agregado das 33 empresas e para os principais grupos de empresas típicas. O modelo de fronteira utilizado foi o MOTAD (Minimização do Desvio Absoluto Total), que parece ser uma abordagem adequada uma vez que permite avaliar os diferentes padrões de desempenho técnico-econômico das principais atividades da região e a disponibilidade de recursos de cada empresa, levando-se em conta considerações do tipo *portfólio*, pertinentes à tomada de decisão.

O principal resultado da análise de eficiência é a existência de um potencial médio de crescimento da Margem Bruta de 49,90% e de 62,59%, quando o produtor adotar, respectivamente, o plano de máxima utilidade e de máximo retorno, dada a disponibilidade de fatores de produção, os padrões técnicos e econômicos das alternativas de produção e o nível de risco que deseja suportar. Diferenças em termos da distância em relação à fronteira de eficiência e da análise da convergência econômica foram observadas entre os principais grupos de empresas típicas. Quanto à análise de convergência, para o agregado das 33 empresas estudadas, observou-se a existência de β -divergência absoluta e de β -convergência condicional potencial tanto para o comportamento de neutralidade como de aversão ao risco.

A contribuição deste trabalho justifica-se não somente pelas informações e análises possíveis de serem feitas, tais como tratar diretamente o problema econômico ao longo da fronteira, que é construída no espaço bidimensional retorno-risco, e gerar uma fronteira individual, mas também, por adaptar e desenvolver um instrumental possível de aplicação para as demais regiões do Estado de Santa Catarina. Concluiu-se também, entretanto, que a eficiência econômica de empresas agrícolas não depende somente da disponibilidade de fatores físicos de produção e da variabilidade da Margem Bruta, tal como modelado. Assim sendo, na análise de eficiência entre empresas deve-se incluir também os fatores socioeconômicos e culturais, que são complementos para a explicação dessas ineficiências econômicas e de suas variações.

**ECONOMIC EFFICIENCY FRONTIER UNDER RISK CONDITIONS:
a potential economic convergency analysis among farm firms from the southern
region of the Sate of Santa Catarina.**

Author: LUIS AUGUSTO ARAUJO

Adviser: Prof. JOSÉ VICENTE CAIXETA FILHO

SUMMARY

The main objective of this study is to analyse the economic efficiency of farm firms under risk conditions, through a frontier model using cross section data from the southern region of the State of Santa Catarina. Specific objectives include the identification of maximum Gross Margin and utility points along the efficiency frontier. It is assumed that utility maximization is achieved at the point where the distance between this point and the frontier line and an actual value is a minimum. In addition, hypotheses tests were performed on the potential economic convergence for the aggregate of 33 firms and for the main groups of typical firms. MOTAD (Minimization of Total Absolute Deviations) model was used to carry out the analysis. MOTAD seems to be an adequate analysis tool because of the fact that it allows evaluation of different technical and economic performance standards of the main activities in the region, as well as firm resource constraints in a portfolio type of environment, relevant to decision making.

The results show that there is a medium potential for the gross margin to grow. Gross Margin could grow up to 49,9% if producers adopt the maximum utility plan and up to 62,59% if they adopt the maximum return plan, given the constraints in factors of production, the technical and economic standards of production alternatives and the targeted level of risk. Differences in terms of the distance from the efficiency frontier and in terms of economic convergency were observed among the main groups of typical firms. In relation to convergency analysis including the 33 firms, it was detected the presence of absolute β -divergency and of potentially conditional β -convergency in the cases of risk neutrality and risk aversion.

The primary contributions of the study refer to the direct treatment of economic efficiency along the return-risk frontier, allowing the construction of individual frontiers. Moreover, the model developed is useful for analysing data from other regions in the state of Santa Catarina. It is concluded that firm economic efficiency does not depend only on the constraints related to physical productions factors and to the Gross Margin variability. The model might be complemented with some socioeconomic and cultural variables that may contribute to explain economic inefficiencies and their variations.

1. INTRODUÇÃO

O objeto principal de estudo desta dissertação é a análise da eficiência econômica de empresas agrícolas sob condições de risco, através de um modelo de fronteira. Desvios da empresa em relação à fronteira têm uma interpretação natural como medida de eficiência, sendo as informações sobre a estrutura da fronteira e sobre a eficiência relativa das unidades econômicas de grande interesse prático.

Inferências sobre o tipo de convergência econômica podem ser feitas caso as empresas passem a atuar sobre a sua fronteira de possibilidades. Independente do tipo de convergência esperado, o grau de eficiência das empresas desempenha papel fundamental para sua sobrevivência e para o processo de desenvolvimento econômico.

Evidências empíricas mostram sensíveis diferenças de resultado econômico entre empresas, inclusive naquelas localizadas numa região *homogênea*. Entre os possíveis motivos das ineficiências econômicas pode-se citar: 1) não aproveitamento das vantagens das economias de escala e de escopo; 2) combinação sub-ótima dos fatores de produção ou simplesmente a utilização de insumos acima do tecnicamente requerido. De forma mais específica, estes problemas dizem respeito à combinação adequada de atividades e escala; ao desempenho técnico-econômico obtido

na condução de cada empreendimento; no rendimento e melhoria dos recursos humanos; e à eficiência do relacionamento com o mercado e na gestão financeira.

Ineficiências têm conseqüências tanto para a lucratividade como para a sobrevivência das empresas num mercado considerado competitivo. Assim sendo, permanecerão nesse mercado, no longo prazo, somente as mais eficientes. Para o tomador de decisão de uma empresa é importante o conhecimento de seu nível relativo de eficiência às outras empresas e à fronteira de eficiência econômica. Em termos mais agregados, ineficiência indica desperdícios na economia, como por exemplo, o consumo de recursos em um nível maior que o tecnicamente requerido para obter uma mesma quantidade de produto. A diminuição destas ineficiências pode implicar numa taxa de crescimento mais alta, assim como maiores ganhos na produtividade das empresas e na economia como um todo.

A teoria neoclássica não explica adequadamente a existência de ineficiências sob competição perfeita. Segundo Peres (1976), é plausível não considerar a hipótese de que as empresas agrícolas maximizam lucro se a empresa é de natureza familiar. Na empresa familiar as decisões de produção e de consumo são feitas pelo mesmo indivíduo ou unidade, sendo a maximização do lucro não necessariamente consistente com a maximização da utilidade em si.

Quando renda e risco são considerados na função utilidade do empresário, não se verifica necessariamente que as unidades de empresa familiar observem custo marginal e receita marginal idênticos. Para Shiota (1995), as unidades econômicas não são capazes de aproveitar as oportunidades disponíveis no mercado devido à complexidade das relações econômicas. Portanto, seu comportamento nem sempre será racional, caracterizando um tipo de situação em que a empresa não está operando sobre a fronteira de eficiência econômica.

É num contexto de desenvolvimento econômico que se pretende avaliar o quanto distante as empresas agrícolas coloniais do Estado de Santa Catarina se encontram de sua fronteira de possibilidade econômica. Para uma avaliação empírica será utilizada amostra composta de 33 empresas agrícolas localizadas na região sul catarinense. Constatado este diferencial, serão analisados os efeitos da difusão da situação de fronteira sobre a convergência econômica dessas empresas.

1.1 Objetivo

Objetiva-se estimar a fronteira de eficiência econômica utilizando-se da Programação Linear, incorporando o risco no modelo, e dispondo-se das evidências empíricas a partir do tratamento de dados *cross-section* do Sul do Estado de Santa Catarina.

Consideram-se, na construção do modelo, as principais alternativas de mercado e de padrões de desempenho técnico e econômico da região, assim como a disponibilidade individual de recursos das empresas.

Os objetivos específicos deste estudo incluem:

- ◆ identificação ao longo da fronteira de eficiência econômica do ponto de maximização da utilidade e da margem bruta. Para a maximização da utilidade assume-se o ponto na fronteira no qual a distância é mínima em relação à situação atual da empresa;
- ◆ realização de inferências preliminares sobre as diferenças econômicas em relação à fronteira de cada uma das empresas, à luz das hipóteses de convergência e do modelo de difusão.

1.2 Importância do problema proposto

A motivação para se estudar o potencial de crescimento e a convergência econômica de empresas, conforme metodologia a ser proposta, pode ser justificada pelos seguintes aspectos:

- a) contribuição ao entendimento do crescimento econômico, que é sem dúvida um dos grandes desafios das ciências sociais;
- b) consistência com vários conceitos relevantes da teoria econômica;
- c) oferecimento de subsídios para o estabelecimento de políticas de desenvolvimento da agricultura e para o bem-estar social;
- d) possibilidade de realização de análise empírica para a avaliação de problemas interessantes de modelagem e estimação, assim como de análise mais completa da firma e/ou da região;
- e) relação com o problema de tomada de decisão, tratando questões relevantes tais como a eficiência sob a ótica do produto (economia de escala e de escopo) e a eficiência no uso dos insumos.

Os resultados deste estudo poderão ser úteis para o tomador de decisão, para os setores que interagem direta ou indiretamente com a empresa, para os políticos e instituições regulamentadoras e para outros agentes interessados no assunto. Eficiência é um conceito importante para a determinação da viabilidade competitiva das empresas, devendo os tomadores de decisão estarem informados sobre o seu nível de ineficiência em relação aos seus competidores no mercado e de sua posição em relação à fronteira de possibilidades técnico-econômicas.

Informações sobre a eficiência das empresas podem ser valiosas para os políticos e instituições regulamentadoras uma vez que auxiliam na determinação do impacto esperado de diferentes políticas sobre o desempenho das empresas, podendo

assim aumentar o conhecimento das características relacionadas à eficiência e auxiliar na definição e consecução de metas.

Informações sobre a eficiência também podem ser úteis aos setores que interagem diretamente com a empresa, tais como os clientes (consumidores), as instituições que fornecem recursos para o seu funcionamento (por exemplo, crédito, insumos e assistência técnica), outras empresas que concorrem tanto na venda dos produtos como na obtenção de insumos e serviços.

Além disso, a metodologia proposta neste estudo pode facilitar a análise da eficiência das empresas agrícolas ao introduzir o elemento *risco* no modelo.

Com relação ao estudo da hipótese de convergência, destaca-se que: a) com respeito ao objeto de estudo, pretende-se avaliar a hipótese de convergência não considerando países ou regiões de um dado país (como de costume) mas sim uma amostra de empresas; e b) em função dos dados referirem-se à situação econômica presente e ao potencial das empresas, o teste da hipótese de convergência é realizado considerando o *futuro*, não tomando assim por base dados do passado.

A seguir faz-se uma revisão sobre as mais recentes discussões sobre crescimento econômico de uma forma global, incluindo a hipótese de convergência, e situando o problema da ineficiência das empresas dentro do contexto de alguns modelos de desenvolvimento. Por último, e mais particularmente, tratam-se os principais modelos de desenvolvimento do setor agrícola e apresentam-se indicadores sócio-econômicos e estatísticas de desempenho de empresas agrícolas do Estado de Santa Catarina.

1.3 Convergência econômica e teorias do desenvolvimento agrícola

A base da teoria moderna do crescimento desponta-se na década de cinquenta, através dos trabalhos de Solow (1956) e Swan (1956). Estes autores descrevem uma economia de concorrência perfeita, em que a produção cresce em resposta a maiores investimentos de capital e de mão-de-obra. Essa economia obedece à lei dos retornos decrescentes. Uma das importantes conseqüências desse chamado modelo neoclássico de crescimento é o fato de que os países mais pobres devem crescer em maior velocidade que os ricos, o que seria motivado pelos retornos decrescentes.

As mais recentes referências sobre a teoria do crescimento econômico têm procurado, segundo Stern (1994) e Araújo et al. (1997), transformar em endógenas algumas variáveis exógenas do modelo de Solow, podendo ser interpretadas como variações do modelo de Arrow e Sheshinski (1967). Este modelo procura explicar progresso tecnológico através da idéia de “aprender fazendo” (learning-by-doing), admitindo que ao longo do tempo vai se acumulando um conjunto de conhecimentos que pode ser utilizado, sem custos adicionais, por todas as firmas. Assim sendo, pode-se ter uma explicação para o fato da lei de retornos decrescentes deixar de vigorar.

De acordo com Durlauf (1996), o ressurgimento do interesse em crescimento econômico ocorre pelas contribuições teóricas de Romer (1986) e Lucas (1988) sobre o mecanismo de crescimento endógeno. A literatura empírica tem principalmente abordado a chamada hipótese de convergência. Esta hipótese pode ser formulada de diversas formas dependendo: (1) da definição de convergência, (2) da classe teórica de interesse do modelo de crescimento, e (3) de métodos econométricos para estudos “cross-section”.

Barro & Sala-i-Martin (1995) comparam 118 países e a taxa média de crescimento, no período de 1960 a 1985, com o nível inicial do Produto Interno Bruto

(PIB) per capita em 1960. Os países que eram mais pobres em 1960 deveriam ter registrado um crescimento mais acelerado. Entretanto, se é que existiu alguma tendência perceptível, observou-se o contrário.

Sala-i-Martin (1996) discute dois dos principais conceitos de convergência citados na literatura clássica, denominados de σ -convergência e β -convergência (absoluta ou condicional).

O conceito de σ -convergência é aplicado se a dispersão do nível do Produto Interno Bruto per capita tende a crescer com o tempo.

A β -convergência absoluta¹ é identificada quando as economias pobres tendem a crescer mais rapidamente que as ricas, no longo prazo, independente de suas condições iniciais. As evidências empíricas sobre a β -convergência absoluta têm contribuído pouco para validar situações do mundo real. O modelo neoclássico prevê que as economias pobres crescem mais rapidamente por assumir que a única diferença entre países reside no nível inicial de capital. No mundo real, contudo, as economias podem diferir em muitos outros atributos tais como, nível de tecnologia, preferências, políticas governamentais, estrutura de mercado, taxa de fertilidade do país ou sua propensão para poupar.

Para Sala-i-Martin (1996), se os países têm diferentes parâmetros comportamentais e tecnológicos terão, em consequência disto, momentos distintos em que se observe taxas nulas de crescimento, os chamados estados estacionários. Considerando duas economias A e B, conforme mostra a Figura 1, pode-se identificar que no instante t_0 a economia A, mais pobre, já se encontra no seu estado estacionário e que a economia B, mais rica, tem um estoque de capital abaixo de seu estado

estacionário (que será observado somente no instante t_1 , posterior a t_0). Em t_0 , a taxa de crescimento de B será positiva e maior que a taxa de crescimento da economia A, embora esta última seja mais pobre.

O modelo neoclássico prevê que a taxa de crescimento de uma economia será positivamente relacionada à distância que a separa de seu próprio estado estacionário. Na Figura 1, tal distância pode ser medida através do eixo das abcissas (em particular, correspondente ao *tempo*), sendo que para a economia B tal distância é dada por d_B , que é maior que d_A (que no caso é nula, uma vez que a economia A já se encontra em seu estado estacionário). Assim sendo, quando economias com características estruturais semelhantes, convergirem no longo prazo, independente de suas condições iniciais (por exemplo, nível de renda), observa-se a chamada β -convergência condicional².

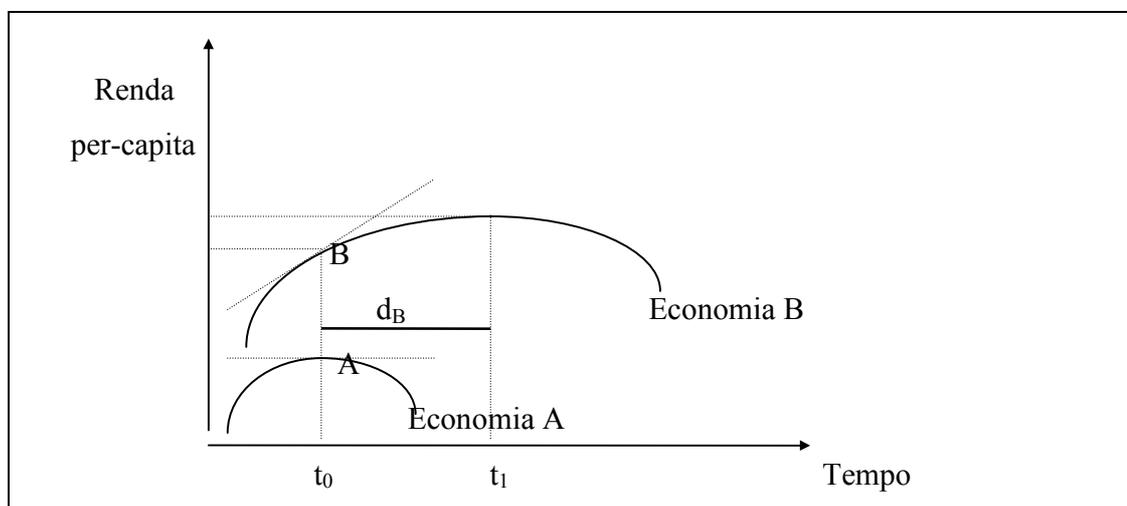


Figura 1 - Representação de uma possível relação do nível inicial da renda per-capita de duas economias com o seu estado estacionário, num determinado período de tempo.

¹ Ver Romer (1986), Lucas (1988), e Barro (1991) para evidências empíricas conclusivas contra a hipótese de convergência absoluta.

Galor (1996) sugere que a controvérsia sobre a convergência pode refletir, em parte, diferenças na percepção a respeito do grupo de hipóteses testáveis geradas pelas teorias de crescimento existentes. Além das hipóteses de β -convergência, β -convergência condicional e σ -convergência, existe uma outra hipótese chamada de “club” convergência. Esta hipótese pode ser formulada para situações em que a renda per capita dos países converge no longo prazo, caso possuam características estruturais idênticas e tenham condições iniciais similares. Para Galor (1996), considerando os trabalhos de Barro (1991), Mankiw et al. (1992) e Barro e Sala-i-Martin (1995), o modelo de crescimento neoclássico se adapta melhor à hipótese de convergência condicional que à hipótese de convergência absoluta. Naturalmente, a rejeição da hipótese de convergência absoluta não implica rejeição do modelo de crescimento neoclássico.

De acordo com Grossman e Helpman (1990), os modelos de inovação endógena e de formação de capital humano endógeno podem gerar uma melhora significativa no entendimento sobre o comércio internacional e o desempenho do crescimento no longo prazo. Baseados em observações e pesquisas empíricas, concluem que países menos desenvolvidos têm um potencial maior de êxito em suas relações internacionais. Em princípio, estes países podem se apropriar do estoque de conhecimento já acumulado no mundo desenvolvido. Entretanto, precisa-se aprender muito mais sobre o mecanismo pelo qual o conhecimento e tecnologia se difundem através da fronteira internacional.

Stern (1994), analisando o crescimento em economias pobres, sugere que se deve ir além do foco sobre (i) capital; (ii) capital humano; e, (iii) avanço tecnológico, o qual tem dominado a literatura sobre crescimento. Existem três grupos de fatores mais

² Ver Barro (1991), Mankiw et al. (1992), e Barro e Sala-i-Martin (1995), para evidências a favor da hipótese de convergência condicional.

gerais, os quais seguramente são de grande importância: (iv) administração e organização; (v) infra-estrutura; (vi) a alocação setorial de produtos. Segundo o autor, os três últimos fatores têm sido assunto para investigação empírica e teórica, mas ainda são relativamente negligenciados em comparação aos três primeiros.

Sobre as diferenças de produtividade agrícola entre países, Hayami e Ruttan (1975) observam que pesquisas recentemente elaboradas classificam as origens das diferenças de produtividade agrícola em três grandes categorias: a) quantidade e qualidade dos recursos disponíveis; b) tecnologia, incorporada no capital fixo; e, c) capital humano, incluindo educação, habilidades, grau de conhecimento e a capacidade geral da população como um todo. As três grandes categorias citadas anteriormente são apontadas como sendo responsáveis por aproximadamente 95% das diferenças na produtividade da mão-de-obra, em grupo representativo de países menos desenvolvidos e desenvolvidos.

Hayami e Ruttan (1975) mostram que uma das fontes de abordagem do modelo de difusão no processo de desenvolvimento baseia-se na observação empírica de diferenças substanciais na produtividade da terra ou da mão-de-obra entre empresas, em qualquer país ou região agrícola. Neste contexto, o caminho para o desenvolvimento das empresas se realiza através da disseminação do conhecimento e diminuição da dispersão da produtividade e do resultado econômico entre empresas de uma mesma região e entre regiões.

Nos anos cinquenta, as sensíveis diferenças de resultados encontradas em trabalhos de pesquisa e extensão em propriedades agrícolas da França, Inglaterra, Holanda e Estados Unidos fizeram com que houvesse ampla aceitação deste modelo de difusão. A partir da década de oitenta, trabalhos dessa natureza, incluídos no Programa de Gestão Agrícola da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão de Santa Catarina - EPAGRI S.A. - provam essas diferenças *in loco*.

Para países ou regiões em desenvolvimento que já possuem um estoque razoavelmente eficiente de técnicas modernas, o problema é fazer com que a difusão se dê numa escala mais intensa. Holz (1992, p.1) afirma que:

“os serviços de apoio às empresas agrícolas têm depositado durante mais de 30 anos todas as esperanças do desenvolvimento rural na força da tecnologia de produção. No entanto, a história mostra o seguinte: as empresas que têm conseguido aliar às tecnologias de produção uma melhor inserção no mercado através da agroindústria e cooperativas e, que ousaram por caminhos que buscavam escala, alta tecnologia, marketing e uma administração melhor, deixaram para trás as mazelas da agricultura camponesa. Esta se debate no mundo acadêmico como risco aversa, incapaz de captar tecnologias não apropriadas, com recursos naturais esgotados, pobre, mas socialmente desejável”

Autores como Paiva (1975) e Hayami e Ruttan (1975) observam que a limitação desse modelo de difusão tornou-se evidente quando se constatou que com sua utilização não se obtinha a “modernização da agricultura” em países sub-desenvolvidos e nem mesmo a aceleração das taxas do crescimento do produto agrícola. Apesar dessas limitações, o modelo de difusão forneceu uma base intelectual importante para trabalhos de pesquisa e extensão por demais pertinentes: se existem grandes diferenças de lucro entre empresas situadas numa mesma região *homogênea*, ou seja, em condições de solo-clima e de mercado semelhantes, a identificação e solução dos motivos dessa discrepância seria uma razoável estratégia para o desenvolvimento econômico. Por se tratarem de empresas em condições semelhantes, por que não adotam as técnicas, as combinações de atividades e escala das empresas de ponta?

Uma das contribuições de Schultz (1964) mostra que numa agricultura tradicional as possibilidades de se produzir já se acham esgotadas face aos recursos e conhecimentos de arte de seus agricultores; que não é possível nesta agricultura aumentar a produção com a simples realocação de fatores; e que a criação de correntes adicionais de renda dependem da disponibilidade de *fontes* modernas de renda (insumos materiais e novos conhecimentos) a preços baixos a fim de que se possam gerar não apenas acréscimos de produtividade mas também de renda. Um ponto significativo do modelo de insumos modernos, destacado por Hayami e Ruttan (1975), diz respeito ao fato das políticas nele baseadas parecerem capazes de gerar uma taxa suficientemente alta de crescimento agrícola. As evidências deste modelo estão relacionadas ao aumento da produtividade da terra, da mão-de-obra e do crescimento da produção agrícola.

Alguns modelos de desenvolvimento agrícola, tais como: a) os modelos de exploração de recursos; b) de conservação; c) de localização; d) de difusão; e) de insumos modernos; e, f) de inovação induzida, são pouco úteis em explicar o por quê da não adoção de inovações em uma escala mais intensa. Para tanto, Paiva (1975, p.122), numa visão de longo prazo, recorre a outros elementos pouco considerados. Com seu trabalho pretendeu demonstrar que:

“sob certas condições, o processo de modernização fica na dependência do desenvolvimento do setor não agrícola, através de um mecanismo de autocontrole. Ou seja, da queda dos preços dos produtos e dos fatores tradicionais, que fazem com que as técnicas modernas vão se tornando menos vantajosas à medida que se difundem. Ocorre, assim, um freio e um limite (grau máximo) ao processo de modernização. A partir desse limite, a modernização somente se expande com o crescimento do setor não agrícola (e ou exportação) a taxas capazes de absorver os aumentos de produção e os excedentes de mão-de-obra decorrentes do processo”

1.4 A Economia Agrícola do Estado de Santa Catarina

A economia do setor agrícola de Santa Catarina é caracterizada pelo predomínio das pequenas propriedades rurais e pela diversificação, utilizando principalmente mão-de-obra familiar. O Estado tem bem definidas as regiões e suas vocações econômicas. A colonização do Estado foi fortemente influenciada pela imigração do continente Europeu. Na Tabela 1, observa-se que o Produto Interno Bruto (PIB) catarinense vem experimentando crescimento no período de 1985 a 1995. A população residente teve um incremento aproximado de 900 mil habitantes, no período de 1980-91. Entretanto, de acordo com o Instituto CEPA/SC (1996), a população rural diminuiu em 140 mil habitantes naquele mesmo período.

Tabela 1- Evolução do PIB, população e renda per-capita catarinense no período 1985-95.

| Anos | Produto Interno Bruto (US\$ 1000) | População (em hab.) | Renda per-capita (em US\$/hab.) |
|------|--------------------------------------|------------------------|------------------------------------|
| 1985 | 7.344.984 | 4.082.058 | 1.799 |
| 1986 | 8.579.172 | 4.166.954 | 2.059 |
| 1987 | 9.372.987 | 4.254.727 | 2.203 |
| 1988 | 11.107.611 | 4.345.499 | 2.556 |
| 1989 | 15.240.192 | 4.439.353 | 3.433 |
| 1990 | 16.901.104 | 4.536.433 | 3.726 |
| 1991 | 14.256.335 | 4.538.248 | 3.141 |
| 1992 | 15.073.354 | 4.629.008 | 3.256 |
| 1993 | 17.657.890 | 4.721.599 | 3.740 |
| 1994 | 23.312.535 | 4.816.028 | 4.799 |
| 1995 | 28.471.147 | 4.912.341 | 5.796 |

Fonte: Secretaria do Desenvolvimento Econômico, Científico e Tecnológico, Diretoria de Estatística e Geoprocessamento (1996).

A formação do PIB catarinense tem uma composição relativamente estável quanto à participação relativa dos setores econômicos na última década, mesmo

tendo aumentado quase quatro vezes em valores absolutos. A evolução da participação setorial no PIB é mostrada na Figura 2.

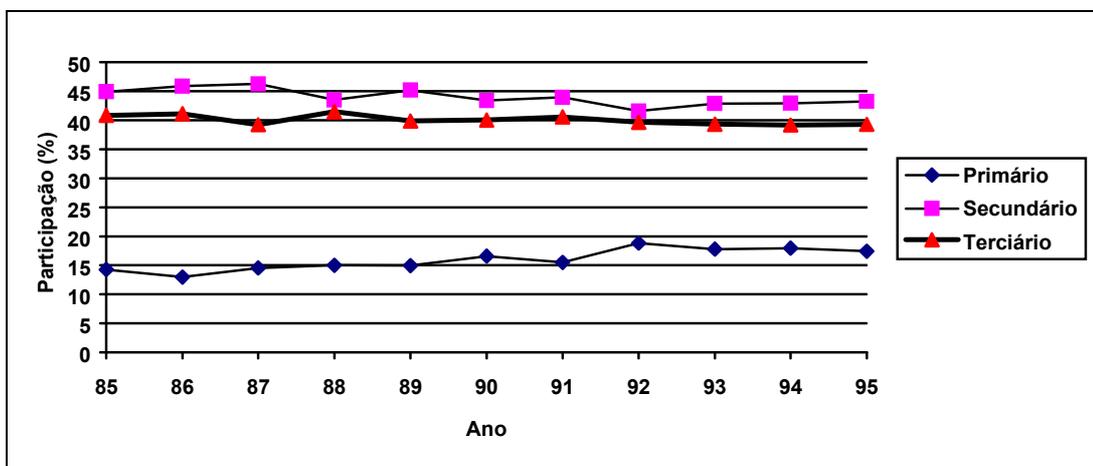


Figura 2. Evolução da participação setorial no Produto Interno Bruto Catarinense. Fonte: Secretaria do Desenvolvimento Econômico, Científico e Tecnológico Diretoria de Estatística e Geoprocessamento (1996).

A superfície total do Estado é de 95.442,9 km², representando 1,12% do território nacional. Está dividida em 20 microrregiões geográficas, das quais as seguintes se destacam na formação do Valor Bruto da Produção (VBP) agropecuária: Joaçaba (14,4%), Chapecó (14,2%), Concórdia (11%), São Miguel do Oeste (7,9%), Xanxerê (7,8%), Canoinhas (5,9%), Rio do Sul (5,3%), Campos de Lages (4,8%) e Tubarão (4,8%), segundo o IBGE e o Instituto CEPA/SC (1994).

Na posição de vigésimo Estado em termos de extensão territorial, é um dos maiores produtores de alimentos do país. De acordo com o Instituto CEPA/SC (1996), ostenta o título de maior produtor nacional de alho, maçã, mel-de-abelha e erva-mate cancheada (moída). Ocupa a segunda posição na produção de cebola, pescado, fumo e de feijão de primeira safra, e a terceira posição em uva, trigo, arroz, banana e madeira. O desempenho da produção agrícola é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Desempenho da produção agrícola - Santa Catarina - safra 94/95.

| Produto | Área colhida (1.000 ha) | Produção obtida (1.000 t) | Rendimento médio (kg/ha) | Posição nacional (produção) |
|-----------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| Alho | 4,7 | 24,3 | 5.170 | 1º |
| Arroz | 155,2 | 708,4 | 4.564 | 3º |
| Banana | 32,6 | 556,6 | 1.707 | 3º |
| Batata 1ª safra | 12,9 | 142,9 | 11.077 | 5º |
| Batata 2ª safra | 5,6 | 49,7 | 8.875 | 5º |
| Cebola | 25,0 | 258,2 | 10.328 | 2º |
| Feijão 1ª safra | 253,4 | 231,2 | 912 | 2º |
| Feijão 2ª safra | 106,6 | 85,0 | 797 | 6º |
| Fumo | 81,0 | 135,7 | 1.675 | 2º |
| Maçã | 14,2 | 270,9 | 19.077 | 1º |
| Mandioca | 50,0 | 906,5 | 18.130 | 9º |
| Milho | 1.061,6 | 3.651,2 | 3.439 | 5º |
| Soja | 204,5 | 444,1 | 2.177 | 9º |
| Tomate | 2,5 | 120,7 | 48.280 | 7º |
| Trigo | 61,4 | 74,1 | 1.206 | 3º |

Fonte: Instituto CEPA/SC (1996).

A produção de carne de frango atingiu 726 mil toneladas, em 1995, crescendo 10,1%, mas sua participação em relação ao país reduziu-se a 18%. O Estado permanece, mesmo assim, como o maior produtor nacional. Note-se que, no mesmo ano, a expansão da produção suinícola é maior em termos relativos (14,2%). Ao produzir 450 mil toneladas participou com 31% da produção do país, mantendo a liderança nacional, de acordo com o Instituto CEPA/SC (1996).

Apesar das estatísticas de desempenho, de certa forma expressivas para o tamanho do Estado de Santa Catarina, cabe a pergunta: como está a renda das pequenas empresas agrícolas?

De acordo com Zanchet (1990), os resultados obtidos com a análise de regressão não confirmam a hipótese de que o processo de modernização tende a estar relacionado ao aumento no grau de desigualdade da distribuição da renda na

agropecuária, para as condições do Estado de Santa Catarina. A metodologia empregada foi a análise fatorial pelo método dos componentes principais, com 18 indicadores de modernização e utilizando as 16 microrregiões homogêneas de Santa Catarina como unidades de observação. Observou-se que Santa Catarina apresenta um grau relativamente baixo de desigualdade de distribuição da renda. Tais resultados, entretanto, são influenciados pela pequena variação nas medidas de desigualdade e pelo número reduzido de observações.

Holz (1993) admite a hipótese de que a pequena unidade de produção agrícola remunera mal os fatores de produção na maioria dos empreendimentos. A amostragem para seu trabalho é constituída por 420 propriedades do Estado de Santa Catarina, extraídas da rede contábil, e que constituem os “grupos de gestão”. Os resultados da renda dos fatores de produção podem ser observados na Tabela 3. No período em análise, o mercado registrou um valor médio do salário mínimo em torno de US\$ 64,09. Assim, 43% dos grupos não atingiram a remuneração de um salário mínimo por Unidade de Trabalho Homem (UTH) por mês, 68% não atingiram dois salários mínimos por mês e apenas 12% ultrapassaram a três salários mínimos. Quanto à remuneração do capital, 50% dos grupos não atingiram a taxa de remuneração de 6% ao ano. Observa-se ainda que 43% dos grupos têm prejuízo real na atividade agrícola.

Para estes grupos, conclui Holz (1993), a sobrevivência na agricultura não é viável a não ser que aconteçam mudanças no cenário econômico ou na gestão dos empreendimentos. Prevê ainda que 43% dos trabalhadores do setor sentir-se-ão tentados a buscar empregos em outros setores, com remuneração mínima de um salário mínimo. Igualmente, 50% das terras podem ir para o mercado de arrendamento ou até de troca, por absoluta falta de capitalização dos proprietários na atual forma de exploração.

Os dados da Tabela 3 mostram a remuneração dos fatores de produção obtida em condições médias dos “grupos de gestão”. Para avaliar como está a dispersão

do lucro, pode-se observar a Figura 3, que mostra os resultados do grupo localizado na região de Tubarão (sul de Santa Catarina).

Tabela 3 - Remuneração dos fatores de produção, para a média dos agricultores (ano agrícola 1991/92).

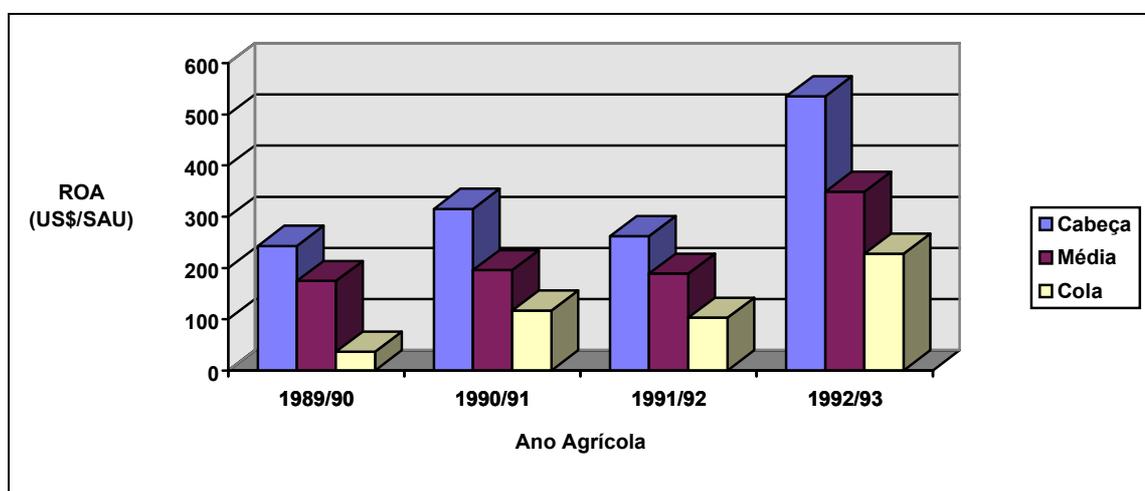
| Número do grupo | Mão-de-obra (US\$/mês/UTH) | Capital (%) | Terra (Lucro US\$/ha SAU) |
|-----------------|-------------------------------|-------------|------------------------------|
| 01 | 72,47 | 4,17 | 43,91 |
| 02 | 202,01 | 19,73 | 365,68 |
| 03 | 53,85 | 4,79 | 21,29 |
| 04 | 29,19 | -2,03 | -111,44 |
| 05 | 146,20 | 11,41 | 182,33 |
| 06 | 34,01 | 3,60 | -94,76 |
| 07 | -6,81 | 4,43 | -211,59 |
| 08 | -2,58 | 2,14 | -175,45 |
| 09 | 83,44 | 7,33 | 21,68 |
| 10 | 48,25 | 4,73 | -33,09 |
| 11 | 292,69 | 12,89 | 303,05 |
| 12 | 142,91 | 11,30 | 178,64 |
| 13 | 91,42 | 7,68 | 55,64 |
| 14 | 7,95 | 3,69 | -110,87 |
| 15 | 135,27 | 9,17 | 63,76 |
| 16 | 187,33 | 9,98 | 97,82 |
| 17 | 124,06 | 7,80 | 129,22 |
| 18 | 91,28 | 7,23 | 53,90 |
| 19 | 264,90 | 10,77 | 192,44 |
| 20 | 10,28 | 3,08 | -95,78 |
| 21 | 129,97 | 10,70 | 129,11 |
| 22 | 96,79 | 7,19 | 13,63 |
| 23 | 66,43 | 5,29 | 5,61 |
| 24 | -71,02 | 5,98 | -143,29 |
| 25 | -16,16 | 2,61 | -104,59 |
| 26 | 9,93 | 3,39 | -125,53 |
| 27 | 84,01 | 7,25 | 23,07 |
| 28 | 30,88 | 4,18 | -37,98 |
| 29 | -20,73 | 3,26 | -106,90 |
| 30 | 195,10 | 9,17 | 119,71 |
| 31 | 49,39 | 4,50 | -20,10 |
| 32 | -12,93 | 6,16 | -30,80 |

UTH = Unidade de Trabalho Homem; SAU = Superfície Agrícola Útil.

Fonte: Holz (1993).

Os resultados mostram uma dispersão da Renda da Operação Agrícola (lucro contábil) da ordem de três vezes maior para 25% das empresas (Grupo de Cabeça)

em relação aos 25% das empresas de pior desempenho (Grupo de Cola), sendo que os resultados apresentados pelo Grupo de Média correspondem à média do total de empresas do grupo. Estas empresas estão situadas na mesma região, com quantidade de terra e de mão-de-obra semelhantes e no mesmo ambiente econômico. Particularmente neste grupo da região de Tubarão, no ano agrícola 1992/93, havia 21 empresas agrícolas com Superfície Agrícola Útil média de 24,91 ha, sendo que 48% das mesmas operavam com prejuízo econômico.



ROA = Renda da Operação Agrícola ou Lucro Contábil.

Figura 3- Série histórica dos níveis de desempenho econômico obtidos por empresas da região de Tubarão com Superfície Agrícola Útil (SAU), com área média de 25 ha (valores nominais em US\$ comercial, representando o lucro contábil por Superfície Agrícola Útil - SAU - do período 1989/90 a 1992/93). Fonte: EPAGRI S.A. (1993).

Fazendo-se uma análise dentro de um mesmo ano agrícola, bem como entre os anos anteriores, constata-se que, para o grupo de empresas agrícolas da região de Tubarão, do Estado de Santa Catarina, sensíveis diferenças ocorreram sob o ponto de vista do resultado econômico.

1.5 Organização do estudo

Neste primeiro capítulo tratou-se da definição do problema, dos objetivos, da relevância do tema proposto e apresentou-se um sumário de alguns modelos de desenvolvimento. Fez-se uma revisão de literatura, que envolveu aspectos relacionados ao desenvolvimento e a convergência econômica de empresas agrícolas, apresentando-se indicadores socioeconômicos e estatísticas de desempenho pertinentes para o Estado de Santa Catarina e para a região de Tubarão.

No segundo capítulo faz-se uma revisão de literatura sobre as principais abordagens para análise de fronteira e sobre a Programação Linear. Abordam-se as limitações, potencialidades e aplicações da Programação Linear na agricultura mundial e brasileira. Por último, justifica-se a escolha desse método para aplicações no estudo de empresas agrícolas do Estado de Santa Catarina.

No terceiro capítulo versa-se sobre a modelagem do problema, onde, inicialmente, apresenta-se uma discussão sobre os princípios de tomada de decisão sob condições de risco e define-se o modelo de Programação Linear denominado MOTAD. Na sequência, especifica-se as origens dos dados, hipóteses, procedimentos e mostra-se a estruturação do modelo para um exemplo protótipo. Descreve-se também os elementos da função objetivo e das restrições de fatores, a definição da situação inicial das empresas, a geração da fronteira de eficiência e o cálculo da situação inicial em relação à fronteira, visando-se encontrar o ponto de maximização da utilidade. Finalmente, apresenta-se os critérios para análise da convergência potencial entre as empresas.

O quarto capítulo contém os resultados e a análise proposta para este estudo. Na primeira seção, caracteriza-se a situação atual das empresas estudadas em termos de retorno e de risco e, na seção seguinte, mostra-se a estimativa da eficiência

econômica e do grau de aversão ao risco, comparando-se os resultados obtidos com os de outros estudos sobre o assunto. Na terceira seção, apresenta-se os resultados e considerações sobre a existência do ponto *ótimo* e da convergência econômica entre as empresas. Na quarta seção, faz-se uma discussão qualitativa sobre o Modelo de Difusão, especialmente no que se refere ao problema da convergência e da adoção da situação de maximização da utilidade e da Margem Bruta. Por último, na quinta seção, apresenta-se as contribuições do estudo, limitações e sugestões para pesquisas futuras.

Finalmente, uma síntese dos resultados e uma discussão das principais conclusões são apresentados no quinto capítulo desta dissertação.

2. ANÁLISE DE FRONTEIRA E O PLANEJAMENTO DA EMPRESA AGRÍCOLA PELA PROGRAMAÇÃO LINEAR

O presente capítulo trata da revisão de literatura sobre as principais abordagens para análise de fronteira e sobre a Programação Linear, um dos métodos mais citados de planejamento da empresa agrícola. Identifica-se trabalhos sobre as limitações, potencialidades e aplicações de Programação Linear na agricultura mundial e brasileira. Por último, justifica-se os motivos da escolha do método de Programação Linear, tendo em vista que o mesmo pode ser considerado como uma abordagem adequada para as condições das empresas agrícolas do Estado de Santa Catarina e para os objetivos deste estudo.

2.1 Abordagens para Análise da Fronteira Eficiente

Pela teoria microeconômica, o conceito de uma função de produção forma a base para a descrição das relações insumo-produto para uma firma. Caso esta função de produção ou fronteira seja conhecida, pode-se medir a eficiência relativa a esta última. Contudo, na prática, tem-se somente um único grupo de observações de empresas com indicadores de desempenho técnico e uso de fatores que correspondem a determinado resultado econômico. Então, o problema inicial é o de como construir uma função de produção ou fronteira baseada nos dados empíricos disponíveis.

A primeira tentativa de avaliar a função de produção fronteira começou com o trabalho de Farrel (1957). Este autor propôs medir a eficiência técnica de cada firma, relativa à fronteira de produção, em um espaço insumo-insumo. As seguintes condições foram impostas: a) uma firma emprega dois fatores de produção para produzir um produto; b) considera-se retornos constantes à escala; e c) a função de produção eficiente é conhecida. O método desenvolvido por Farrel (1957) foi capaz de separar as respostas técnicas e alocativas.

O uso de modelos de fronteira, segundo Bauer (1990), está se difundindo por uma variedade de razões. Primeiro, a noção de fronteira é consistente com a teoria econômica básica do comportamento otimizador. Segundo, desvios da fronteira têm uma interpretação natural como uma medida de eficiência com a qual as unidades econômicas perseguem seus objetivos técnicos ou comportamentais. Finalmente, informações concernentes à fronteira e à eficiência relativa das unidades tomadoras de decisão (Decision Making Unit) têm muitas aplicações na formulação de políticas.

Para Lovel & Schmidt (1988), existem quatro abordagens metodológicas: a programação pura, a programação modificada, a fronteira determinística e a fronteira estocástica. As diferenças nas abordagens residem no modo em se especificar a fronteira (não-paramétrica ou paramétrica), em como a fronteira é construída (usando-se técnicas estatísticas ou de programação) e em como os desvios da fronteira são interpretados (classificados como devidos à ineficiência ou como função tanto da ineficiência e de outros ruídos, tais como os efeitos aleatórios de clima e do processo produtivo).

De acordo com Seiford e Thrall (1990) e Bauer (1990), existem duas abordagens fundamentais (paradigmas) usadas para estimação de fronteiras em economia. Estas abordagens são frequentemente chamadas de paramétricas e não-paramétricas. A abordagem paramétrica ou estimação da fronteira econométrica

(estocástica) é provavelmente a mais comum. Para Seiford e Thrall (1990), a maior desvantagem da abordagem paramétrica é a imposição de uma forma funcional para a tecnologia e frequentemente para a distribuição dos termos de ineficiência.

Exemplo de modelo não-paramétrico é o de análise envelopamento de dados (DEA - Data Envelopment Analysis), que foi desenvolvido tendo por base a firma individual de Farrel (1957). Em seu estudo original, Charnes, Cooper e Rhodes (1978) descrevem DEA como um modelo de programação matemática, aplicado aos dados observados visando a obtenção de estimativas empíricas de relações extremas, tal como a fronteira eficiente. Diferentemente da abordagem paramétrica, segundo Seiford e Thrall (1990), a DEA não requer qualquer suposição para a forma funcional para a tecnologia e para a distribuição dos termos de ineficiência.

Aigner e Chu (1968), citados por Aguiar (1994), seguindo as sugestões feitas por Farrel, abordam o conceito de envelopamento num contexto insumo-produto. Os instrumentais utilizados são a Programação Linear e Quadrática, sendo a modelagem concebida no sentido de se minimizar a soma dos erros na Programação Linear e a soma dos quadrados dos resíduos na Programação Quadrática. Assim, o objetivo é fazer com que os termos de erro fiquem restritos a um lado da superfície de produção, o que implica que todos os pontos observados no espaço de produção estejam na fronteira ou abaixo dela.

A função de produção estimada através de fronteira econométrica (estocástica) proposta por Aigner, Lovell e Schmidt (1977) e Meeusen e Broeck (1977) tem sido considerada e modificada em vários estudos. Estudos anteriores envolviam a estimação dos parâmetros da função de produção estocástica e a eficiência técnica média para as firmas. Sustentava-se, inicialmente, que a eficiência técnica de uma firma individual de uma amostra não poderia ser prevista. Esses autores introduziram no modelo de fronteira de produção um termo de erro composto por duas partes, de tal

forma que se pudesse contornar conceitualmente o problema da separação entre um erro estocástico de mensuração e o termo de erro de eficiência.

O modelo consiste de uma função de produção qualquer, mas com um termo de erro que é a soma de duas partes. Assume-se a primeira parte como sendo normalmente distribuída, representando o distúrbio estocástico usual (tais como, tempo, quebra de máquinas e outros eventos); a segunda parte é não positiva e representa a ineficiência técnica, isto é, a falha para produzir o máximo de produto dado o conjunto de insumos usados.

Bauer (1990), comentando sobre a estimação da fronteira econométrica, afirma que tem havido, nos últimos anos, grande progresso no uso de formas funcionais mais flexíveis. Além disso, sistemas de equações baseados em funções de custo, lucro e produção têm sido desenvolvidos visando incorporar todas as informações passíveis de avaliação dentro das estimativas da tecnologia e eficiência³. Funções custo, lucro e produção permitem facilmente que se trabalhem com empresas de múltiplos produtos, amenizando-se, com isso, uma crítica comum à abordagem econométrica feita pelos proponentes da fronteira DEA.

Utilizou-se neste estudo uma abordagem semelhante à programação pura, onde a construção da fronteira de eficiência é feita por meio de uma sequência de programação linear, gerando-se uma fronteira de eficiência econômica individual. Difere-se da programação pura pelo modo de construção da fronteira e pelo espaço bi-dimensional (retorno-risco) considerado.

2.2 Limitações e Potencialidades da Programação Linear

³ Sobre esse assunto veja o trabalho de Battese e Coelli (1987).

Segundo Fergusson (1993, p.409), *“é muitas vezes desejável sacrificar a generalidade e precisão em favor do pragmatismo; utilizar relações simples, mas não precisas, a fim de obter respostas aproximadas mas não exatas”*. Este autor se referia à técnica de Programação Linear, que será utilizada neste trabalho para a previsão do potencial de crescimento econômico de empresas. O uso deste instrumental tem o poder de subsidiar os empresários (produtores) na sua tomada de decisão; auxiliar os agentes governamentais no estabelecimento de políticas de desenvolvimento; além de permitir que se confronte os resultados obtidos com as inferências qualitativas das teorias de desenvolvimento.

Segundo Caixeta Filho (1996), uma das preocupações básicas da Ciência, ao longo do tempo, diz respeito a observação, reprodução e aprimoramento de fenômenos naturais diversos. Para Caixeta Filho (1996, p.4):

“modelos , de uma maneira geral, são representações idealizadas para situações do mundo real. Propiciam a aquisição de novos conhecimentos e facilitam o planejamento e previsão de atividades, sempre tendo como objetivo final a VERDADE. Apesar da dificuldade para validação de modelos, sempre haverá uma indicação do nível de sucesso do processo de modelagem, o que estará intimamente ligado à eventual reprodução da verdade em investigação. Por outro lado, tais verdades podem ser reproduzidas mas sem necessariamente representarem um estado de entropia desejável”

Para Holz (1993), todos os sistemas de planejamento são baseados em modelos. Estes são abstrações do mundo real, porque eles representam apenas uma parte, talvez a mais importante, do detalhamento verdadeiro da realidade. A maioria dos modelos de planejamento são baseados na distinção entre recursos fixos e variáveis. Os

limites de um plano geralmente são fixados por um conjunto de recursos fixos, que não podem ser ultrapassados no plano, e que requerem um determinado volume de recursos variáveis para seu funcionamento.

Neves et al. (1986) discorrem sobre a teoria da programação matemática, observando que a mesma expandiu-se a uma crescente variedade de problemas. A convergência entre a programação matemática e a curva da função neoclássica de produção também é tratada pelos autores. Outro autor, Day (1977, citado por Neves et al., 1986, p.31) afirma que:

“... a dualidade lógica dos pontos de vista de ambos (enfoques), nos alerta para tomar cuidado em como interpretamos o termo aproximação. Se olharmos a Programação Linear como uma aproximação do modelo neoclássico de otimização, ou vice-versa, é um problema de lógica ou relevância, conveniência ou interpretação numa dada aplicação. Ambos podem ser usados como uma aproximação para algum problema real de otimização e um pode ser preferível ao outro, dependendo da natureza do problema em estudo. Alguns economistas ainda acreditam que economia neoclássica é economia, enquanto que outras formas de teoria de otimização são métodos de pesquisa operacional, de nenhum interesse econômico e útil somente para formulações computacionais”.

Assim, Neves et al. (1986) consideram que a estrutura neoclássica não é mais ou menos interessante ou relevante que a programação matemática e que a formulação geral da teoria moderna de otimização pode compreender a ambas.

Nesta mesma ótica, Lanzer (1982) afirma que os pressupostos da teoria neoclássica da produção e de custos são observados como resultados de um modelo da firma baseado em Programação Linear. Curvas de produtividade marginal decrescente, isoquantas convexas em relação à origem dos eixos dos fatores e curvas de custo marginal crescente, imprescindíveis na análise de formação de preços via oferta e procura, aparecem como resultados do modelo de tecnologia em proporções fixas desde que modelado com vários processos alternativos.

Não obstante, Lanzer (1982, p.192) cita pelo menos duas grandes vantagens da Programação Linear em relação à abordagem convencional da teoria neoclássica:

“ - o chamado problema técnico de estipular a função de produção como o limite superior da produção, que pode ser obtida a partir de um determinado vetor de insumos, não é dado como resolvido antes de se iniciar a análise econômica. No modelo de Programação Linear, os aspectos técnico e econômico são examinados simultaneamente. Isto, sem dúvida, confere uma característica de praticidade ao instrumento que o conceito restrito de função de produção está longe de oferecer;

- a abordagem de Programação Linear coloca em destaque a limitação de recursos existentes no curto prazo. Com isto, questões de ociosidade de recursos disponíveis encontram uma justificativa econômica que inexiste na abordagem neoclássica convencional do curto prazo.

Consequentemente, a teoria da firma em concorrência perfeita é enriquecida, e não descartada, pela Programação Linear”.

Araújo (1974) observa que uma das limitações do uso de modelos matemáticos de Programação Linear, em problemas econômicos, reside em sua natureza metodológica, pois estes modelos são normativos. Cita outras importantes limitações de natureza técnica, tais como: linearidade, aditividade, divisibilidade, possibilidades finitas e conhecimento perfeito. Por outro lado, a vantagem do modelo de Programação Linear em relação aos modelos positivos e/ou estocásticos, como os de função de produção, é a sua maior flexibilidade. Considera que a Programação Linear permite obter e analisar os resultados de um número considerável de modificações nas suas soluções, acarretadas por mudanças nos valores das variáveis ou pela inclusão de novos dados ao problema enfocado.

2.3 A utilização da Programação Linear no Planejamento Agrícola a nível mundial

Balm (1980) descreve as várias aplicações para as quais a Programação Linear tem sido utilizada na agricultura da Escócia, oferecendo algumas observações gerais sobre o valor e dificuldades de seu uso na agricultura. Segundo o autor, as aplicações da Programação Linear podem ser resumidas em quatro principais categorias: a) Planejamento da propriedade; b) Conjunto de propriedades-modelo para proposta de pesquisa técnica e econômica; c) Avaliação econômica de informação de pesquisa; d) Formulação de rações de mínimo custo. Considera como principal problema da aplicação em agricultura o fato do processo que está sendo modelado envolver seres vivos. Existem, por essa razão, muitas relações biológicas pobremente definidas ou desconhecidas, as quais podem influenciar o sistema.

Um dos principais benefícios do uso da Programação Linear na agricultura, de acordo com o autor, está relacionado ao fato de possibilitar que produtores, consultores e especialistas reflitam sobre o sistema, o que pode revelar áreas de conhecimento com limitação no entendimento e interpretação do problema. É vital que a construção do modelo de Programação Linear, assim como sua interpretação, seja

conduzida de tal forma que informações úteis sejam dadas, e a solução ótima seja também realista e sensível. Se a solução obtida não observar essas características, a credibilidade é perdida e novas críticas serão feitas à Programação Linear, bastante freqüentes, por sinal, para aplicações realizadas na agricultura.

Csaki et al. (1975), Deybe et al. (1989), Jayet et al. (1991), Lefaudeux et al. (1991), Jayet et al. (1992), Skea (1993), Donaldson et al. (1994), Zarod (1993), Houwen et al. (1994), Fearn et al. (1994) e Dalton (1995) analisam o impacto de políticas econômicas sobre a agricultura da Europa. A maioria dos trabalhos analisam os possíveis efeitos das reformas da Política Agrícola Comum (CAP) e das políticas sobre o desenvolvimento sustentável para as propriedades agrícolas, utilizando-se do instrumental da Programação Linear. As principais fontes de dados utilizadas foram as do Programa de Avaliação de Dados de Propriedades (FADN - National Farm Accounting Data Network) e as do Levantamento dos Negócios de Propriedades Agrícolas (“Farm Business Survey”) de alguns países tais como: França, Inglaterra, Escócia, Polônia, Hungria e Holanda.

Hanf (1989) e Jayet et al. (1991) utilizam a Programação Linear como uma ferramenta para avaliar cenários de políticas alternativas nos setores da agricultura francesa. Na Suécia, Jonasson (1993) calcula mudanças na produção agrícola através de um modelo de equilíbrio espacial, multi-regional, através da Programação Linear, para propriedades tipicamente pastoris.

Nos Estados Unidos, de acordo com Hertel et al. (1989), o “Center for Agriculture and Rural Development” (CARD), através da Universidade do Estado de Iowa, Ames, e o Serviço de Pesquisa Econômica do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), desenvolveram uma modelagem para uso de recursos em propriedades agrícolas. O trabalho de Hertel et al. (1989) esclarece algumas das características do sistema de modelagem de Programação Linear CARD, que é aplicado

a 105 áreas de produção em 31 mercados regionais. As opções de cultivo foram agregadas em três grupos: convencional, mínimo e direto, o que implicou 13000 alternativas de atividades de produção disponíveis no modelo.

Sadek (1991) investiga a resposta da oferta na agricultura egípcia, observando que a agricultura naquele país é tida como a mais antiga do mundo. Entretanto, somente 3% da superfície do país são alocados para agricultura. Para maximizar o uso dos recursos há necessidade de se entender o processo de tomada de decisão ao nível de propriedade e reconhecer as restrições para se desenvolver a agricultura. Sadek (1991), para avaliar e especificar um modelo de otimização para a agricultura egípcia também utilizou a Programação Linear.

Garcia (1989) estuda a incorporação do fator risco dentro de um modelo simplificado de oferta de produtos agrícolas. Primeiramente, este autor recorda os problemas teóricos levantados por Von Newmann, Morgenstern e Markovitz. A análise de risco é feita utilizando-se o método de Programação Linear MOTAD (minimização do desvio absoluto total). O modelo de variância esperada de Markovitz é aplicado para um tipo de propriedade, utilizando-se dados de pesquisa de 30 propriedades agrícolas de larga escala em Beauce-Gatinais, França, referentes ao período 1980-87. A análise baseia-se na suposição que o risco origina-se de variações do preço e da produtividade, sendo o modelo utilizado para estimar o coeficiente de aversão ao risco para indivíduos participantes do Trabalho de Avaliação de Propriedades Europeias (European Farm Accounting Network's).

De acordo com Oghthorpe (1993), o uso da Programação Linear é geralmente aceito como um método suficientemente correto (ferramenta de previsão) para analisar as implicações de mudanças em fatores exógenos a vários níveis. Isto tem sido particularmente verdadeiro para o exame de políticas agrícolas. Contudo, para Oghthorpe, tem-se feito simplificações visando uma maior facilidade computacional, o

que pode implicar em assumir-se algumas hipóteses nitidamente heróicas. Um exemplo dessas hipóteses é a questão dos produtores terem perfeita informação sobre o mercado e instabilidade climática, quando na realidade estão usualmente envolvidos por um ambiente de particular incerteza. O estudo de Oghthorpe, de qualquer forma, reconhece que os produtores têm a devida percepção e necessitam tomar atitudes considerando essas incertezas.

O modelo utilizado por Oghthorpe é o MOTAD, a partir de dados do “Farm Business Survey Identical Sample”, compreendendo o período de 1982 a 1992, para um conjunto de propriedades agropecuárias representativas do Norte da Inglaterra. Esses dados foram utilizados para calcular os coeficientes de insumo-produto para o modelo e para registrar as flutuações nos preços dos produtos e nos custos que ocorreram no período. Os resultados mostram que, de um total de 14 empresas, em pelo menos 8 delas a hipótese de maximização não é a única em importância no processo de tomada de decisão dos produtores, como é freqüentemente assumido em modelagens para o planejamento agrícola.

Segundo Bouzit et al. (1994), a maior limitação dos modelos de Programação Linear é que todos os parâmetros (preços, rendimentos e coeficientes de insumo-produto) são assumidos como conhecidos. Este problema é relaxado por Bouzit et al. (1994), ao considerar o risco na tomada de decisão pelos produtores da região de Forez na França, através do desvio absoluto médio (tal como no método MOTAD).

2.4 A utilização da Programação Linear no Planejamento Agrícola no Brasil

Peres (1981) identificou as causas da persistência da baixa produtividade da cultura do milho no Estado de São Paulo, através do estudo do comportamento do produtor frente a situações de risco. Para atingir este objetivo utilizou o enfoque da Média-Variância (MOTAD), que simula o processo de decisão do agricultor sob

condições de risco. A introdução do risco, através do MOTAD, melhorou sensivelmente o desempenho da Programação Linear. Entretanto, o modelo desenvolvido não permitiu explicar a persistência da baixa produtividade do milho como forma racional de decisão do agricultor para reduzir riscos.

A Programação Linear e a simples simulação de sistemas, das técnicas oferecidas pela pesquisa operacional, são as mais utilizadas e referenciadas na literatura brasileira, segundo Azevedo Filho et al. (1988). Isso não implica que outras técnicas não possam ser também de grande utilidade para a solução de problemas importantes da agricultura. A utilização de outras técnicas envolve, em muitos casos, o desenvolvimento de “software” específico. Com respeito a aplicações das técnicas de Pesquisa Operacional para solução de problemas associados à agricultura brasileira, os autores definiram as sete principais classes: 1) Otimização de rações e dietas; 2) Planejamento de fazendas e empresas agro-industriais; 3) Otimização de transporte e localização espacial; 4) Análise e planejamento de experimentos; 5) Planejamento regional, inter-regional e política agrícola; 6) Planejamento florestal; 7) Simulação.

A combinação de atividades que maximize a renda de uma empresa rural, utilizando-se da Programação Linear, foi estabelecida por Santos (1990). Concluiu, apesar de suas restrições, que a Programação Linear se constitui num método que pode auxiliar o produtor rural no processo de tomada de decisão. Além de fornecer a combinação que proporciona o melhor resultado econômico, permite o conhecimento de outros parâmetros que ajudarão o produtor na tomada de decisão da atividade a ser desenvolvida.

Dossa (1994) parte de uma preocupação básica: a necessidade de os produtores rurais melhorarem a sua eficiência técnico-econômica na gestão das propriedades e de os profissionais da área obterem subsídios sobre a Programação Linear como instrumento de tomada de decisão e de otimização de uma propriedade.

Complementarmente, visa-se permitir aos técnicos que trabalham em agricultura o conhecimento das principais variáveis de decisão dentro da propriedade, inclusive aquelas que digam respeito às inovações tecnológicas.

Pinheiro (1987) desenvolve um modelo de programação matemática linear multiperiódica, desenhado em formato de fluxo de caixa, para o Estado de Santa Catarina. Na experimentação empírica, feita em uma propriedade rural, enfatizou quatro aspectos: 1) variação da margem bruta; 2) mudanças no custo; 3) mudanças nas disponibilidades de capital e trabalho; 4) programação do risco, o qual é formalmente incorporado dentro do modelo, incluindo uma análise de troca entre risco e lucratividade. Segundo Pinheiro (1987), os resultados desta pesquisa demonstram a utilidade do modelo de Programação Linear multiperiódica como uma ferramenta de suporte à tomada de decisão na administração de propriedades rurais em Santa Catarina.

Cortina (1992) desenvolveu um modelo de planejamento de empresas rurais, também em Santa Catarina. Consiste num orçamento anual envolvendo as principais atividades da empresa. Os resultados são apresentados sob dois enfoques: determinista e com risco. Na situação com risco, com auxílio de um programa para microcomputador denominado SIMULA 5, usa-se o método de Monte Carlo. Os relatórios gerados pelo programa desenvolvido, PLANER, têm como objetivo principal auxiliar o produtor rural sobre a combinação de atividades que pretende implantar no ano seguinte. As informações geradas podem ser úteis para modelos de otimização, tais como aqueles que envolvam a programação matemática.

Sobre as oportunidades de uso da Programação Linear no planejamento da propriedade agrícola, Holz (1994, p.4) cita os casos de planejamento de empresas, como também os casos das situações modais (planejamento de empresas típicas). Para este autor:

“...os estudos em situações modais são úteis na pesquisa e extensão rural. Neste caso pode ser interessante observar o comportamento de um fator de produção, como terra ou mão-de-obra, por exemplo, com a introdução de uma atividade nova em um sistema de produção regional. Pode ser feito o estudo de impacto de um fator como mecanização sobre o trabalho e a renda. Um plano modal poderia ser usado por extensionistas para adaptar um orçamento para propriedades em situações semelhantes àquelas do modelo. Poderiam também cumprir uma função pedagógica, considerando-se o seu uso para o entendimento de simulações em planejamento, em exercícios e treinamentos com agricultores. Esta técnica pode auxiliar no planejamento de ações prioritárias na extensão rural, no sentido de apontar em que direção as orientações técnicas devem ser conduzidas para maximizar o uso dos recursos mais limitantes em um determinado tipo de propriedade rural”.

O Estado de Santa Catarina, que conta atualmente com uma rede contábil de aproximadamente 500 empresas agrícolas, objetiva ter os padrões técnicos e econômicos das atividades agrícolas e dos principais sistemas de produção. Torna-se assim importante simular cenários para averiguar os resultados dessas empresas caso fossem adotados os padrões mais adequados para sua disponibilidade de recursos. O uso de referências e padrões é corrente em países de agricultura avançada, sendo que essa prática pode ser incorporada à agricultura catarinense baseando-se, por exemplo, em resultados gerados por modelos de Programação Linear.

A seleção do modelo de Programação Linear para medir o potencial de crescimento econômico de empresas agrícolas apresenta algumas vantagens:

- ◆ o algoritmo de Programação Linear envolve procedimento de otimização. Dispondo-se de padrões de desempenho técnico-econômico das atividades potenciais e de informações da disponibilidade individual de recursos das empresas que compõem a amostra, o modelo maximiza o resultado econômico. As regiões agrícolas do Estado de Santa Catarina, caracteristicamente, oferecem um razoável “mix” de alternativas potenciais, competindo por recursos. A otimização não é facilmente obtida por outras técnicas de planejamento de empresas rurais, tais como simulações;
- ◆ o modelo apresenta flexibilidade, possibilitando a determinação de diversas soluções à medida que as circunstâncias mudam. Análises de sensibilidades pós-otimalidade oferecem informações adicionais, tais como aquelas que digam respeito sobre a estabilidade da solução ótima;
- ◆ várias limitações usuais da Programação Linear podem ser relaxadas com o uso, por exemplo, da programação multiperíodo, programação multiobjetivo e métodos de programação que incorporem risco.

O método de Programação Linear, já bastante explorado pela literatura pertinente (vide Caixeta Filho, 1996; Lee et al., 1985; Lanzer, 1982), não será discutido detalhadamente neste trabalho. Serão apresentadas, no entanto, teorias sobre princípios de tomada de decisão em condições de risco e uma revisão sobre o modelo MOTAD. Tal modelo incorpora o risco no algoritmo de Programação Linear e servirá como base para o desenvolvimento deste trabalho.

3. MODELAGEM DO PROBLEMA

Nas primeiras seções deste capítulo, apresenta-se uma discussão sobre os princípios de tomada de decisão sob condições de risco e define-se o modelo teórico de Programação Linear (MOTAD). Em seguida, trata-se da especificação dos dados, hipóteses, procedimentos e mostra-se a estruturação do modelo para uma das empresas, a partir da utilização dos dados e definições pertinentes. Faz-se uma descrição dos elementos da função objetivo e das restrições de fatores, da definição da situação atual das empresas e da geração da fronteira de eficiência para obtenção do ponto ótimo de maximização da utilidade e da Margem Bruta. Por último, apresenta-se os critérios adotados para análise de convergência entre as empresas.

3.1 Princípios de Tomada de Decisão sob Risco

O conceito de ótimo absoluto não existe no negócio agrícola. Um plano será o melhor somente sob determinadas circunstâncias, como por exemplo, dados os objetivos do produtor, que por sua vez dependem de suas atitudes subjetivas quanto ao risco. A hipótese clássica de maximização do lucro pode não ser a mais apropriada neste caso. Por este motivo, apresenta-se uma discussão sobre princípios de tomada de decisão sob condições de risco para nortear o critério a ser utilizado para a escolha do plano ótimo.

Knight (1921) considerou o risco como uma situação onde os eventuais resultados obedecem a uma distribuição de probabilidade conhecida. Do contrário, caso não sejam conhecidas os valores dessas probabilidades, diz-se que o problema de decisão envolve incerteza. A *boa decisão* em condições de risco depende das expectativas objetivas decorrentes de sua experiência passada (medidas objetivas) e das expectativas subjetivas que expressam sua capacidade de antecipar o futuro (probabilidades subjetivas influenciadas por fatores psicológicos).

A teoria de decisão mais aceita em economia é o Teorema da Utilidade Esperada (UE) ou princípio de Bernoulli. Esta teoria, desenvolvida por Von Neumann e Morgenstern (1944), especifica um grupo de axiomas sobre como o indivíduo tem condições de ordenar os níveis de risco e, então, deduzir sua função de utilidade ordinal. Para cada valor de renda (y) está associado um único valor na função utilidade. Considerando-se dois planos (A) e (B), a teoria prediz que (A) será preferido a (B) somente se $E[U(Y_A)] > E[U(Y_B)]$, onde E refere-se ao valor esperado.

Os axiomas desta teoria não restringem a forma da função utilidade do indivíduo. Deve-se escolher a forma funcional que melhor se ajusta ao comportamento do indivíduo. Apesar da consistência da Teoria da Utilidade Esperada (UE), surgem com frequência problemas na sua operacionalização em aplicações empíricas em decorrência do excessivo grau de generalidade da teoria. Para Cruz (1984), os axiomas e as propriedades da função utilidade não dão nenhuma indicação se o tomador de decisão é averso, indiferente ou propenso ao risco.

Pode-se restringir a generalidade da Teoria da UE fazendo uso da abordagem de Markowitz (1952). Esta abordagem foi desenvolvida como uma teoria de seleção de *portfólio*, mas logo foi reconhecida como uma metodologia para estudos de tomada de decisão na agricultura. A abordagem de Markowitz para tomada de decisão sob risco pode ser rigorosamente derivada dos axiomas da teoria de Bernoulli, sob duas

hipóteses: presumindo-se que a função de utilidade do tomador de decisão seja quadrática ou supondo-se que a distribuição de probabilidade dos retornos seja normal (Markowitz, 1959).

3.2 O Modelo Teórico: MOTAD

A fronteira eficiente é definida como o lugar geométrico dos pontos correspondentes ao mínimo risco necessário para atingir determinado valor da função lucro, dadas as limitações de recursos das empresas. O produtor pode, de acordo com a teoria microeconômica da utilidade, selecionar o plano mais eficiente de risco-renda para a empresa entre todos os possíveis planos.

Hazel (1971), introduz *risco* no modelo determinista convencional de Programação Linear, através do uso de uma aproximação linear, Minimização do Desvio Absoluto Total (MOTAD), ao chamado enfoque da média-variância de Markovitz (1952). Apresenta o modelo MOTAD como um substituto para a Programação Quadrática, que teria como propósito a determinação do grupo de planos possíveis que estabelecessem a relação entre a variância V e um nível de renda esperada E . Tais planos englobam os chamados pares de eficiência E - V e definem uma fronteira eficiente sobre todos os grupos de planos possíveis, conforme ilustra a Figura 4.

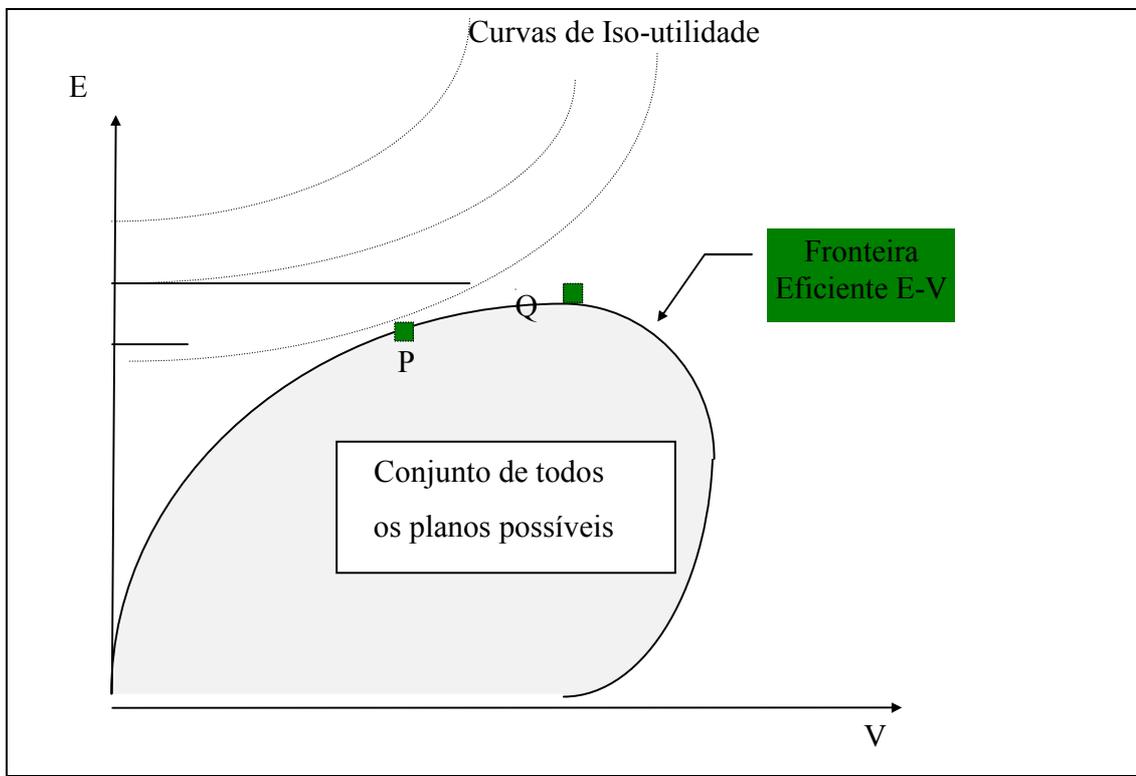


Figura 4 - A fronteira E-V como plano ótimo da empresa. Fonte: Hazel (1971).

Na Figura 4, apresentada anteriormente, a inclinação da curva de indiferença no ponto P, onde o plano é ótimo, ilustra o conceito do coeficiente de aversão ao risco ϕ . Para o produtor neutro em relação ao risco, seu mapa das curvas de indiferença será formado por linhas horizontais. Neste caso, a curva de indiferença que corresponde à máxima utilidade passa pelo ponto Q que representa a Margem Bruta máxima. Portanto, a abordagem tradicional de máximo lucro é justamente um caso particular da fronteira E-V, onde assume-se a neutralidade ao risco.

O modelo de Programação Quadrática pode ser então definido como:

$$(3.2.1) \quad \text{Minimizar} \quad V = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n x_j x_k \sigma_{jk}$$

sujeito a:

$$\sum_{j=1}^n f_j x_j = \lambda \quad (\lambda = 0, \dots, \infty) \quad (3.2.2)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad (\text{para todo } i, i = 1, \dots, m) \quad (3.2.3)$$

e

$$x_j \geq 0 \quad (\text{para todo } j = 1, \dots, n) \quad (3.2.4)$$

onde

x_j é o nível da j -ésima atividade;

f_j é a Margem Bruta esperada da j -ésima atividade;

σ_{jk} a covariância das receitas brutas das j -ésimas e k -ésimas atividades quando $j \neq k$ e ao coeficiente da receita bruta para a j -ésima atividade quando $j = k$;

a_{ij} é o coeficiente técnico da j -ésima atividade para o i -ésimo recurso (ou restrição);

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

n número de atividades;

m número de restrições;

λ um escalar.

Reconhecendo as dificuldades da aplicação da Programação Quadrática à agricultura, Hazel (1971) propõe o uso do modelo MOTAD. Com este modelo, tem-se a vantagem da possibilidade de uso dos pacotes convencionais de Programação Linear e de poder-se estabelecer uma “fronteira eficiente” comparável à obtida com a Programação Quadrática.

O desvio da renda média absoluta A pode ser definido como segue:

$$A = \frac{1}{s} \sum_{h=1}^s \sum_{j=1}^n |(c_{hj} - g_j)| x_j \quad (3.2.5)$$

onde:

A é um estimador não tendencioso do desvio da renda média absoluta da população;

s é o número de observações numa amostragem aleatória de Margens Brutas;

g_j é a média amostral das Margens Brutas da atividade j;

c_{hj} é a Margem Bruta da h-ésima observação da j-ésima atividade (j= 1,...,n e h= 1,...,s);

x_j o nível da j-ésima atividade.

Utilizando-se A como medida de incerteza e E como a média da Margem Bruta, tem-se os parâmetros fundamentais para a seleção das atividades da empresa. Conforme Hazel & Norton (1986), encontram-se os planos eficientes minimizando-se 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. Desta forma, pode-se gerar a chamada *fronteira eficiente*.

Considerando-se $\sum_{h=1}^s y_h^+$ como a soma dos valores absolutos dos desvios positivos da Margem Bruta ao redor da média esperada, e $\sum_{h=1}^s y_h^-$ como a soma negativa (ambos em termos das Margens Brutas médias amostrais), e assumindo-se que o desvio positivo da média, $\sum_{h=1}^s y_h^+$, seja igual ao desvio negativo, $\sum_{h=1}^s y_h^-$, 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.

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

$$\text{Minimizar } \sum_{h=1}^s y_h^- \quad (3.2.6)$$

tal que:

$$\sum_{j=1}^n |(c_{hj} - g_j)| x_j + y_h^- \geq 0 \quad (\text{para todo } h = 1, \dots, s) \quad (3.2.7)$$

e

$$\sum_{j=1}^n f_j x_j = \lambda \quad (\lambda = 0, \dots, \infty) \quad (3.2.8)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad (\text{para todo } i = 1, \dots, m) \quad (3.2.9)$$

$$x_j, y_h^- \geq 0 \quad (\text{para todo } j = 1, \dots, n, \text{ e } h = 1, \dots, s) \quad (3.2.10)$$

onde

x_j é o nível da j -ésima atividade;

f_j é a Margem Bruta esperada da j -ésima atividade;

a_{ij} é o coeficiente técnico da j -ésima atividade para o i -ésimo recurso;

b_i é o nível do fator limitante associado a i -ésima restrição;

n número de atividades;

m número de restrições;

λ é o coeficiente de parametrização, que varia a partir de zero até a solução máxima dada por Programação Linear.

Tendo-se em conta que o modelo é paramétrico, há um conjunto de soluções eficientes. Segundo Cruz (1984), a escolha da solução eficiente é, portanto, definida pelo produtor de acordo com sua função de utilidade.

Hazell (1971), considera como bastante razoável a utilização dos parâmetros E-A na seleção do plano da empresa. Para este autor, o modelo E-A, tal como o modelo E-V, apresenta as seguintes vantagens:

- ◆ consistência com o Teorema da Separação, que permite uma solução geral para o problema de diversificação da empresa através de uma opção menos arriscada;
- ◆ consistência com a especificação da probabilidade de ocorrência de diferentes níveis de renda para um dado plano da empresa. Assumindo-se a normalidade da série histórica de Margens Brutas e que estas não sejam estocásticas, a especificação da probabilidade pode ser derivada de tabelas estatísticas.
- ◆ o Desvio Absoluto médio da renda também considera inter-relações entre as margens brutas das atividades, reconhecendo a natureza mutuamente exclusiva dos vetores da amostra de margens brutas juntamente com sua frequência relativa.
- ◆ tem uma importante vantagem em relação ao critério E-V, que é permitir o uso do modelo de Programação Linear para derivar os planos da fronteira de eficiência.

O MOTAD tem sido um método comumente utilizado para avaliação do risco. Além da literatura citada anteriormente - Garcia (1989), Oghthorpe (1993) e Bouzit et al. (1994) - trabalhos têm sido publicados no Brasil tais como os de Azevedo Filho et al. (1984), Peres (1984), Cruz (1984), Pires & Peres (1981) e Lira (1987).

3.3 O Modelo Empírico de Maximização da Margem Bruta

A especificação do modelo MOTAD, feita anteriormente, considera como objetivo a minimização do Desvio Absoluto total, sA , para uma dada renda. Esta proposta é o inverso do pretendido por esta dissertação, que tem como objetivo a maximização da Margem Bruta para um dado nível de risco.

Pretende-se assim maximizar uma função objetivo linear, sujeita a um conjunto de restrições também lineares, apresentadas nas expressões (3.3.1), (3.3.2), (3.3.3), (3.3.4) e (3.3.5).

$$\text{Maximizar } \pi = \sum_{j=1}^n f_j x_j \quad (3.3.1)$$

sujeito a:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad (\text{para todo } i = 1, \dots, m) \quad (3.3.2)$$

$$\sum_{j=1}^n d_{ij} x_j + y_h^- \geq 0 \quad (\text{para todo } h = 1, \dots, s) \quad (3.3.3)$$

$$x_j \geq 0 \quad (\text{para todo } j = 1, \dots, n) \quad (3.3.4)$$

$$\sum_{j=1}^n y_h^- \leq \alpha \quad (\alpha = 0, \dots, \infty) \quad (3.3.5)$$

onde:

x_j é o nível da j -ésima atividade;

f_j é a Margem Bruta esperada da j -ésima atividade;

a_{ij} é o coeficiente técnico da j -ésima atividade para o i -ésimo recurso (ou restrição);

b_i são os níveis de fatores limitantes ou da i -ésima restrição;

n número de atividades;

m número de restrições;

d_{ij} é o desvio da média da Margem Bruta no i -ésimo ano para a j -ésima atividade;

y_h^- é uma variável auxiliar que mede a soma dos desvios negativos, podendo

assumir os seguintes valores:

$$\begin{cases} -1(\sum_{j=1}^n d_{ij}x_j), & \text{se } \sum_{j=1}^n d_{ij}x_j \leq 0 \\ 0, & \text{caso contrario;} \end{cases}$$

α é um escalar.

Pode-se, facilmente, eliminar o *risco* do modelo MOTAD, desconsiderando-se as expressões (3.3.3) e (3.3.5). Os dois cenários alternativos, a serem definidos posteriormente, foram formalizados levando em conta este procedimento.

3.4 Especificação de Dados e Procedimentos

Os dados a serem utilizados, do tipo *cross-section*, foram obtidos a partir de uma amostra aleatória de 33 empresas agrícolas situadas na região de Tubarão - Sul de Santa Catarina - acompanhadas pela EPAGRI S.A. (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina), no ano agrícola 94/95. Este acompanhamento foi realizado pelo Programa de Gestão Agrícola que conta, no Estado de Santa Catarina, com uma rede contábil de aproximadamente 500 empresas. Através do *software* CONTAGRI (vide Anexo A), obtém-se em torno de 250 índices técnicos e econômicos, por empresa, para fins de diagnóstico e planejamento.

Tendo-se definido a utilização do modelo de programação matemática MOTAD, conforme especificado nas equações (3.3.1) a (3.3.5), serão concebidos dois cenários a serem tomados como referenciais para análise, descritos a seguir:

- Cenário A: $\phi=0$, onde $\phi = \text{TMS}_{xy} = \frac{d(y_i)}{d(x_i)}$ corresponde ao coeficiente de

aversão ao risco, implicando que o segundo momento da distribuição da Margem Bruta não afeta a decisão, ou seja, ignora-se o comportamento *risco-averso* do produtor no modelo de planejamento da empresa. A solução ótima é determinada maximizando-se a Margem Bruta esperada.

- Cenário B: ϕ é positivo, incorporando-se assim o comportamento *risco-averso* do produtor no modelo de planejamento da empresa. Este cenário é o caso padrão de análise E-A. A solução de equilíbrio é obtida maximizando-se a utilidade esperada do produtor.

Para identificar o plano *ótimo*, objetivando-se o máximo retorno ou utilidade ao longo da fronteira, assumiu-se as seguintes pressuposições:

- I. a Margem Bruta (retorno) é função monotonamente decrescente do desvio absoluto (risco);
- II. a função utilidade do produtor tem somente dois argumentos: a média e o desvio absoluto da Margem Bruta;
- III. os produtores buscam operar sobre a fronteira de eficiência no ponto de menor distância em relação à situação de retorno e risco atual, desde que conheçam a função de densidade de probabilidade, com média e variância finita, dos valores futuros das Margens Brutas de cada atividade com potencial para entrar no plano.

3.5 Função Objetivo e Restrições de Fatores

Caracteriza-se, a seguir, a função objetivo e as restrições do desvio em relação à média da Margem Bruta das atividades, de terra, de trabalho e de capital, visando a definição da situação atual e de pontos ao longo da fronteira de eficiência econômica.

3.5.1 Função Objetivo

Para cada empresa, individualmente, usou-se a Programação Linear com objetivo de maximizar a esperança da Margem Bruta (MB) da empresa em função das principais alternativas de atividades da região - Fumo estufa, Suinocultura, Bovinocultura Mista ou de Leite, Milho, Feijão, Piscicultura - cada qual tendo diferentes padrões de desempenho tecnológico e econômico. Observe-se que para cada atividade, por exemplo Fumo estufa, considerou-se três padrões de desempenho econômico da região. Tem-se portanto o padrão de Margem Bruta para as melhores, médias e piores

empresas que atuam tanto com Fumo estufa assim como com as demais atividades. A Figura 5 ilustra tais padrões⁴.

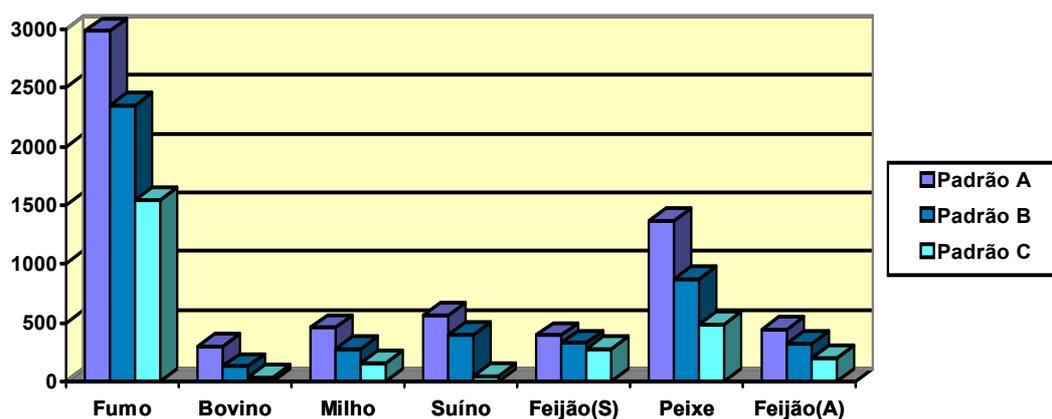


Figura 5. Padrões de Margem Bruta esperados nas principais atividades da região de Tubarão - Sul Catarinense (valores em dólar comercial por unidade de hectare, de superfície forrageira principal ou de matriz).

Fonte: EPAGRI S.A. (1996).

Note-se que cada padrão de desempenho técnico e econômico corresponde a um determinado processo de produção. Assim sendo, se a tecnologia da empresa pode ser representada por um modelo de Programação Linear envolvendo processos de produção alternativos, a função de produção resultante geralmente apresentará possibilidade de substituição entre os fatores. Isto faz com que mesmo para funções de proporções fixas se torne válida uma das hipóteses adotadas na teoria neoclássica da produção, que é a substitutibilidade entre os fatores (quando tende para o infinito o número de processos alternativos). Assim, pode-se, simultaneamente, minimizar os efeitos de uma limitação da Programação Linear (a linearidade) e

⁴ Padrão A: corresponde ao padrão de Margem Bruta média das 25% melhores empresas agrícolas do grupo, e respectivas atividades, referentes ao ano agrícola 92/93; Padrão B: padrão

identificar as razões pelas quais determinado padrão técnico-econômico está sendo preferido em detrimento dos demais. O Anexo B ilustra, com detalhes, os padrões técnico-econômicos A, B e C para cada uma das atividades.

3.5.2 Restrição dos Desvios em Relação à Média

Considerando o período de 1988-89 a 1995-96, foram obtidas médias das Margens Brutas para cada atividade, conforme apresentado a Tabela 4. Com base nestas médias foram obtidos os desvios em relação à média para cada atividade, em cada ano. Por exemplo, o desvio em torno da média da atividade Fumo estufa Padrão “A”, do ano agrícola 1989/90, corresponde à Margem Bruta desse mesmo ano (US\$ 2057,98) menos a média desta atividade (US\$ 3011,78), ou seja, o desvio obtido foi US\$ -953,80.

médio considerando o total de empresas; e, Padrão C: corresponde ao padrão da Margem Bruta média das 25% empresas de pior desempenho durante o ano agrícola considerado.

Tabela 4. Padrões de Margem Bruta (US\$) das Atividades* para o período de 1989 a 1995.

| Atividade | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| FumoA | 2910.67 | 2057.98 | 3327.03 | 3237.15 | 3304.87 | 2931.33 | 3313.43 |
| FumoB | 2259.72 | 2057.98 | 2506.12 | 2211.54 | 2604.15 | 2231.76 | 2180.19 |
| FumoC | 1767.52 | 2057.98 | 1316.03 | 1020.59 | 1770.58 | 1401.21 | 1190.57 |
| BoviAII | 438.61 | 464.42 | 246.86 | 187.86 | 309.96 | 296.1 | 443.38 |
| BoviBII | 145.74 | 146.18 | 109.99 | 86.07 | 166.98 | 132.24 | 186.10 |
| BoviCII | -59.41 | 35.29 | 24.62 | 17.13 | 58.26 | 16.27 | 68.61 |
| BoviAIII | 438.61 | 464.42 | 246.86 | 187.86 | 309.96 | 296.1 | 443.38 |
| BoviBIII | 145.74 | 146.18 | 109.99 | 86.07 | 166.98 | 132.24 | 186.10 |
| BoviCIII | -59.41 | 35.29 | 24.62 | 17.13 | 58.26 | 16.27 | 68.61 |
| MilhoA | 915.84 | 496.63 | 426.14 | 401.52 | 508.53 | 545.74 | 483.98 |
| MilhoB | 504.91 | 154.12 | 286.36 | 293.32 | 370.59 | 332.90 | 293.60 |
| MilhoC | 283.41 | 13.99 | 172.30 | 208.62 | 236.53 | 155.79 | 144.76 |
| SuinoA | 461.41 | 839.09 | 273.51 | 273.27 | 867.94 | 614.41 | 702.65 |
| SuinoB | 311.12 | 610.47 | 181.46 | 142.28 | 638.20 | 407.84 | 443.06 |
| SuinoC | -15.11 | -21.68 | -21.33 | 12.64 | 191.89 | 94.57 | 79.19 |
| FeijSA | 406.47 | 810.70 | 250.02 | 158.71 | 347.35 | 588.15 | 698.00 |
| FeijSB | 318.49 | 546.76 | 250.02 | 158.71 | 347.35 | 399.52 | 570.00 |
| FeijSC | 247.33 | 334.72 | 250.02 | 158.71 | 347.35 | 240.99 | 385.00 |
| PeixeA | 961.14 | 1249.05 | 558.44 | 1076.50 | 2595.38 | 1720.00 | 2006 |
| PeixeB | 627.37 | 712.58 | 558.44 | 611.71 | 1590.55 | 825.00 | 1013 |
| PeixeC | 467.66 | 712.58 | 558.44 | 132.62 | 544.44 | 229.00 | 317 |
| FeijAA | 376 | 687.39 | 300.38 | 375.84 | 406.39 | 595.03 | 522.58 |
| FeijAB | 280 | 492.41 | 300.38 | 249.66 | 230.10 | 327.59 | 371.11 |
| FeijAC | 184 | 226.87 | 300.38 | 122.95 | 136.26 | 85.67 | 175.05 |
| Horta | 511 | 511 | 511 | 511 | 511 | 511 | 511 |
| CCG | -0.18 | -0.18 | -0.18 | -0.18 | -0.18 | -0.18 | -0.18; |

Fonte: EPAGRI S.A.

* As variáveis x_j (vide expressão 3.3.1), que correspondem às atividades, foram codificadas da seguinte forma:

| | |
|--------|---|
| FumoA | = atividade Fumo estufa com padrão técnico-econômico A; |
| FumoB | = atividade Fumo estufa com padrão técnico-econômico B; |
| FumoC | = atividade Fumo estufa com padrão técnico-econômico C; |
| BoviA | = atividade Bovinocultura com padrão técnico-econômico A; |
| BoviB | = atividade Bovinocultura com padrão técnico-econômico B; |
| BoviC | = atividade Bovinocultura com padrão técnico-econômico C; |
| MilhoA | = atividade Milho Safra com padrão técnico-econômico A; |
| MilhoB | = atividade Milho Safra com padrão técnico-econômico B; |

| | |
|--------|---|
| MilhoC | = atividade Milho Safra com padrão técnico-econômico C; |
| SuínoA | = atividade Suinocultura com padrão técnico-econômico A; |
| SuínoB | = atividade Suinocultura com padrão técnico-econômico B; |
| SuínoC | = atividade Suinocultura com padrão técnico-econômico C; |
| FeijSA | = atividade Feijão Safra com padrão técnico-econômico A; |
| FeijSB | = atividade Feijão Safra com padrão técnico-econômico B; |
| FeijSC | = atividade Feijão Safra com padrão técnico-econômico C; |
| PeixeA | = atividade Piscicultura com padrão técnico-econômico A; |
| PeixeB | = atividade Piscicultura com padrão técnico-econômico B; |
| PeixeC | = atividade Piscicultura com padrão técnico-econômico C; |
| FeijAA | = atividade Feijão Adicional com padrão técnico-econômico A; |
| FeijAB | = atividade Feijão Adicional com padrão técnico-econômico B; |
| FeijAC | = atividade Feijão Adicional com padrão técnico-econômico C; |
| Horta | = atividade Quintal Doméstico; |
| C.CG | = atividade de compra de Capital de Giro; |
| FF | = fator que restringe a área plantada de Feijão Adicional até no máximo à área plantada de Fumo estufa. |

3.5.3 Restrição de Terra

Considerou-se a disponibilidade de terra de cada empresa individual. Desse total individual considerou-se uma disponibilidade de 40% da superfície agrícola útil como sendo da classe de solo II, apta para o conjunto das alternativas consideradas, sendo os 60% restantes da classe de solo III, apta somente para uso da Bovinocultura e da Piscicultura (entre as atividades consideradas). Em função da topografia, disponibilidade hídrica e de mercado, optou-se por restringir a área máxima de piscicultura, por empresa, a dois e meio hectares.

A colheita da atividade Fumo estufa é feita de dezembro até março na região de Tubarão. Os fumicultores têm a possibilidade do plantio do Feijão Adicional, para aproveitamento da adubação residual da atividade principal e para usar o solo mais

intensivamente. Assim sendo, impôs-se a restrição de que a área de Feijão Adicional seja menor ou igual à área plantada de Fumo estufa. A Tabela 5 mostra os coeficientes técnicos e restrições de terra, trabalho e capital impostos às atividades.

Tabela 5. Matriz de coeficientes técnicos e restrições* impostas às atividades.

| Atividade | T1 | T2 | T3 | QL | MP | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | CG | CC | FF |
|-----------|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|----|-----|---------|----|----|
| FumoA | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 26 | 40 | 40 | 16 | 3 | 877.75 | 0 | -1 |
| FumoB | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 26 | 40 | 40 | 16 | 3 | 870.11 | 0 | -1 |
| FumoC | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 26 | 40 | 40 | 16 | 3 | 998.54 | 0 | -1 |
| BoviAII | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 4 | 5.8 | 77.79 | 0 | 0 |
| BoviBII | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 4 | 5.8 | 84.20 | 0 | 0 |
| BoviCII | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 4 | 5.8 | 83.18 | 0 | 0 |
| BoviAIII | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 4 | 5.8 | 77.79 | 0 | 0 |
| BoviBIII | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 4 | 5.8 | 84.20 | 0 | 0 |
| BoviCIII | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 4 | 5.8 | 83.18 | 0 | 0 |
| MilhoA | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 7 | 5 | 6 | 8 | 0 | 125.89 | 0 | 0 |
| MilhoB | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 6 | 5 | 5 | 7 | 0 | 133.61 | 0 | 0 |
| MilhoC | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 6 | 5 | 4 | 6 | 0 | 145.30 | 0 | 0 |
| suinoA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1020.88 | 0 | 0 |
| suinoB | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1033.30 | 0 | 0 |
| suinoC | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1510.03 | 0 | 0 |
| FeijSA | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 7 | 12 | 6 | 0 | 0 | 62.19 | 0 | 0 |
| FeijSB | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 7 | 12 | 6 | 0 | 0 | 56.14 | 0 | 0 |
| FeijSC | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 7 | 12 | 6 | 0 | 0 | 51.59 | 0 | 0 |
| PeixeA | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 15 | 2 | 0 | 56.00 | 0 | 0 |
| PeixeB | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 10 | 1 | 0 | 56.00 | 0 | 0 |
| PeixeC | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 42.00 | 0 | 0 |
| FeijAA | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 10 | 77.72 | 0 | 1 |
| FeijAB | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 10 | 8.48 | 0 | 1 |
| FeijAC | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 10 | 87.29 | 0 | 1 |
| Horta | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 19 | 24 | 22 | 22 | 18 | 14 | 0 | 0 | 0 |
| CCG | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 1 | 0; |

* Os fatores representados no modelo, a partir dos quais o vetor b (vide expressão 3.3.2) foi composto, foram os seguintes:

- T_1 = disponibilidade do tipo de solo Classe II (aptidão para cultivo de todas as culturas) de cada empresa para uso com cultura principal;
- T_2 = disponibilidade do tipo de solo Classe III (aptidão para cultivos perenes, tais como, pastagem e Piscicultura) de cada empresa para uso com cultura principal;
- T_3 = disponibilidade do tipo de solo Classe IIA de cada empresa para uso com cultura adicional;

| | |
|---------------------------------|---|
| QL | = fator que permite impor certa quantidade da superfície agrícola útil para uso de horta e pomar doméstico; |
| MP | = fator que impõe limite à produção de peixes; |
| M ₁ a M ₆ | = disponibilidade em cada bimestre de mão-de-obra familiar; |
| CG | = disponibilidade de capital de giro próprio; |
| CC | = possibilidade de compra de capital de giro; |
| FF | = área máxima de Feijão adicional em função da área plantada de Fumo estufa. |

3.5.4 Restrição de Trabalho

As operações com o fator trabalho têm uma grande distinção entre as atividades vegetais e animais. Enquanto estas têm uma demanda regular durante todo o ano, aquelas têm picos de demanda.

Considerou-se a disponibilidade de mão-de-obra por empresa medida pela Unidade de Trabalho Homem (UTH)⁵, composta pelo total da mão-de-obra familiar, contratada ocasionalmente ou permanentemente. Optou-se também por representar a demanda por mão-de-obra durante o ano inteiro, em períodos de dois meses. Assim sendo, o ano agrícola foi sub-dividido em seis períodos: julho/agosto (I), setembro/outubro (II), novembro/dezembro (III), janeiro/fevereiro (IV), março/abril (V) e maio/junho (VI).

3.5.5 Restrição de Capital

O capital como fator que limita a expansão de um plano merece um cuidado especial. Há uma distinção entre o capital fixo, já comprometido com a propriedade, e o capital adicional a ser incorporado como consequência do plano.

⁵ Uma Unidade de Trabalho Homem (UTH) corresponde a uma pessoa adulta disponível à empresa durante o ano agrícola de 300 dias, segundo Soldatelli et al. (1993).

Optou-se por permitir que esta capacidade instalada seja aumentada ou que se faça um investimento em novas instalações, dependendo da viabilidade das atividades a serem incorporadas e de seu próprio dimensionamento. Para tanto, tomou-se nas operações com capital somente as restrições relativas ao uso de capital circulante. Este fato reforça a necessidade da utilização de outros instrumentos auxiliares para a tomada de decisão, além da Programação Linear, tais como a orçamentação financeira e análises de investimentos, o que ultrapassa os propósitos deste trabalho.

Para incorporar o capital circulante é preciso conhecer o volume consumido em cada atividade e, também, a época de consumo deste capital. O volume de capital de giro considerado foi o efetivamente utilizado em cada empresa individual, na forma de custo variável total das atividades. Admitiu-se o período de um ano para a demanda e a oferta desta forma de capital⁶.

Arbitrariamente, optou-se ainda por permitir que cada empresa tenha uma capacidade de acesso ao crédito limitada a um valor correspondente a 20% do capital total da empresa. Considerou-se que o custo do crédito seja correspondente a uma taxa de juros reais de 18% ao ano. O Apêndice 1 mostra os dados da Margem Bruta, da superfície agrícola útil, dos custos variáveis e do capital total de cada uma das 33 empresas agrícolas.

3.6 Definição da Situação Atual das Empresas

Para proceder a análise da situação atual, optou-se em tipificar o agregado de empresas em função da origem da Renda Bruta Total (RBT). Os critérios para

⁶ Em empresas diversificadas, uma atividade pode financiar a outra e, às vezes, a disponibilidade absoluta de capital circulante em uma época não representa a capacidade de financiamento da empresa. Isto posto, a opção pelo período de um ano parece ser bastante razoável.

executar a classificação das empresas foram os mesmos adotados pelo software CONTAGRI (vide Anexo A), que são os seguintes:

- a) Grupos com uma atividade predominante - quando mais de 60% da Renda Bruta Total provêm de apenas uma atividade;
- b) Grupos com duas atividades predominantes - quando duas atividades combinadas correspondem a 75% ou mais da Renda Bruta Total e nenhuma delas representar, isoladamente, menos de 30%;
- c) Grupos com três atividades predominantes - quando três atividades combinadas totalizarem mais de 80% da Renda Bruta Total e nenhuma delas representar, isoladamente, menos de 20%;
- d) Grupos sem orientação técnica-econômica definida - quando o grupo não se enquadrar em nenhum dos três tipos anteriores.

Os valores de Margem Bruta por empresa poderiam ser obtidos diretamente dos relatórios técnicos e econômicos fornecidos pela EPAGRI S.A.. Pode-se perguntar: por que não se utilizar destes valores? O problema reside no fato dos mesmos dizerem respeito tanto a informações *ex-ante* quanto *ex-post*. Os produtores, ao fornecerem os dados sobre o uso de fatores de produção, estão respondendo sobre o planejado. Tais informações correspondem assim às quantidades planejadas (*ex-ante*), sendo que a quantidade de fatores administrada a uma atividade não pode ser alterada. Os dados obtidos sobre a produção, entretanto, são medidos em termos de produto realizado (*ex-post*) e não em termos do nível de produto esperado. Por este motivo e em função da instabilidade do negócio agrícola, fez-se o uso da Margem Bruta esperada ao invés da Margem Bruta obtida dos relatórios técnico-econômicos dessas empresas.

A Margem Bruta Total foi obtida a partir do dimensionamento de cada atividade pelo padrão A, B ou C de Margem Bruta esperada que melhor se ajustasse à situação da empresa no ano agrícola de 1994-95. Naturalmente, o enquadramento da

atividade em determinado padrão tem influências na magnitude encontrada da Margem Bruta Total e de seu Desvio Absoluto.

Os coeficientes que compõem a matriz foram obtidos a partir dos dados da Rede Contábil da Empresa de Pesquisa e Difusão de Tecnologia do Estado de Santa Catarina (EPAGRI S.A.) e de publicações desta empresa.

Como ilustração, a matriz de Programação Linear do Modelo MOTAD para planejamento de uma das empresas analisadas, no caso um exemplo protótipo envolvendo a empresa P183026, com 21 processos de produção alternativos e uma série histórica da Margem Bruta de 1988/89 a 1994/95, é apresentada no Anexo B. As diferenças entre padrões de desempenho técnico-econômico de cada alternativa são observadas pelos valores atribuídos à Margem Bruta e na exigibilidade de capital.

3.7 Geração da Fronteira de Eficiência

O modelo de programação matemática utilizado para gerar a fronteira eficiente foi apresentado nas equações (3.3.1) a (3.3.5). Note-se que a equação (3.3.5) necessita somente ser parametrizada para valores de $\alpha \leq \alpha^*$, sendo que α^* é a solução do modelo de Programação Linear determinístico. Para valores de α maiores do que α^* não existe solução possível.

Para gerar a fronteira de eficiência, primeiramente, informa-se a disponibilidade de fatores (RHS). Para o exemplo protótipo - empresa P183026 - foram considerados como disponíveis 10,72 ha de terra para o tipo de solo classe II, 16,08 ha para o tipo de solo classe III e 10,72 ha para o tipo de solo classe IIA. A disponibilidade de mão-de-obra familiar foi de 2,84 UTH, que foram distribuídas para os seis bimestres considerados. A redução da mão-de-obra numa unidade, em função da idade e tempo de dedicação, foi necessária para facilitar os cálculos e permitir a comparação de empresas

agrícolas. Arbitrariamente, definiu-se que uma UTH tem um potencial para o trabalho de até 12 horas diárias. Portanto, o valor utilizado na matriz referente à disponibilidade bimestral de mão-de-obra foi de 210 dias-homem.

O capital de giro próprio da empresa P183026 foi estabelecido como sendo de US\$ 16.778,88 de disponibilidade para o ano agrícola. Para este recurso admitiu-se, também, a possibilidade de compra de capital de giro no valor de US\$ 22.116,16. Foi limitada a expansão da atividade Piscicultura em até 2,50 ha de açude. Esta restrição deve-se a problemas de mercado e de condições físicas da empresa. Para a atividade Quintal Doméstico foi fixada a área disponível em 0,20 ha, envolvendo produtos de horta e pomar doméstico.

O segundo passo foi encontrar a solução do modelo de Programação Linear simples através das equações (3.3.1), (3.3.2) e (3.3.4). O valor encontrado serviu de referência à parametrização feita pelo modelo completo MOTAD que foi programado no GAMS (General Algebraic Modelling System). Este “software” permitiu que se realizasse a geração de vários pontos ao longo da fronteira eficiente numa só operação. Precisou-se informar para cada empresa o valor do RHS, da Margem Bruta obtida com a Programação Linear determinística e do número de *loops* necessários. A programação do modelo empírico no GAMS é apresentada no Anexo C. O comportamento dos pontos ao longo da fronteira eficiente, para a empresa P183026, pode ser observado na Figura 6.

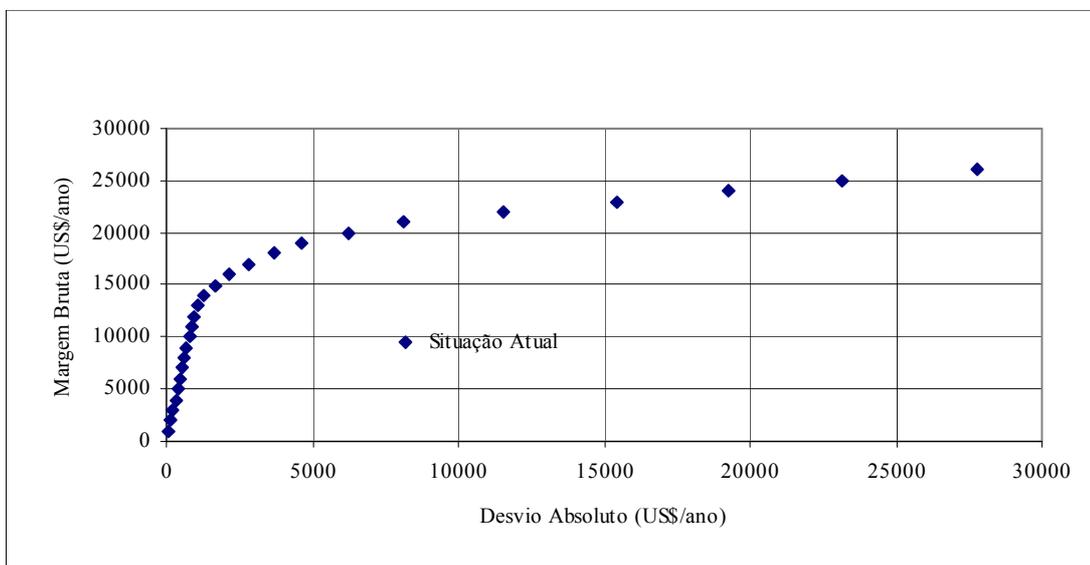


Figura 6 - Pontos ao longo da fronteira de eficiência econômica e identificação da situação atual para a empresa P183026, considerando a esperança da Margem Bruta em função do Desvio Absoluto.

A área abaixo da fronteira eficiente representa a faixa onde, hipoteticamente, todos os planos de produção são possíveis, dadas as restrições do modelo. O produtor poderá estar maximizando sua utilidade somente nos pontos ao longo da fronteira E-A. Dada a hipótese do ponto ótimo na fronteira E-A corresponder à menor distância deste em relação ao ponto da situação atual, a empresa P183026, ao invés de um retorno esperado de US\$ 9.595,00 e nível de risco de US\$ 8.183,00, pode obter um retorno de US\$ 20.332,47 e um nível de risco de US\$ 7.007,03. Assim sendo, para cada empresa pode-se analisar o impacto quando a decisão de escolha do mix de produtos recair na fronteira eficiente, em seu ponto de máxima utilidade.

3.8 Estimativa do “Ponto Ótimo” e do Grau de Aversão ao Risco

Como visto anteriormente, para o atual “mix” de atividades de cada empresa correspondem um nível de Desvio Absoluto (x) e um nível de Margem Bruta esperada (y), conforme mostra a Figura 7.

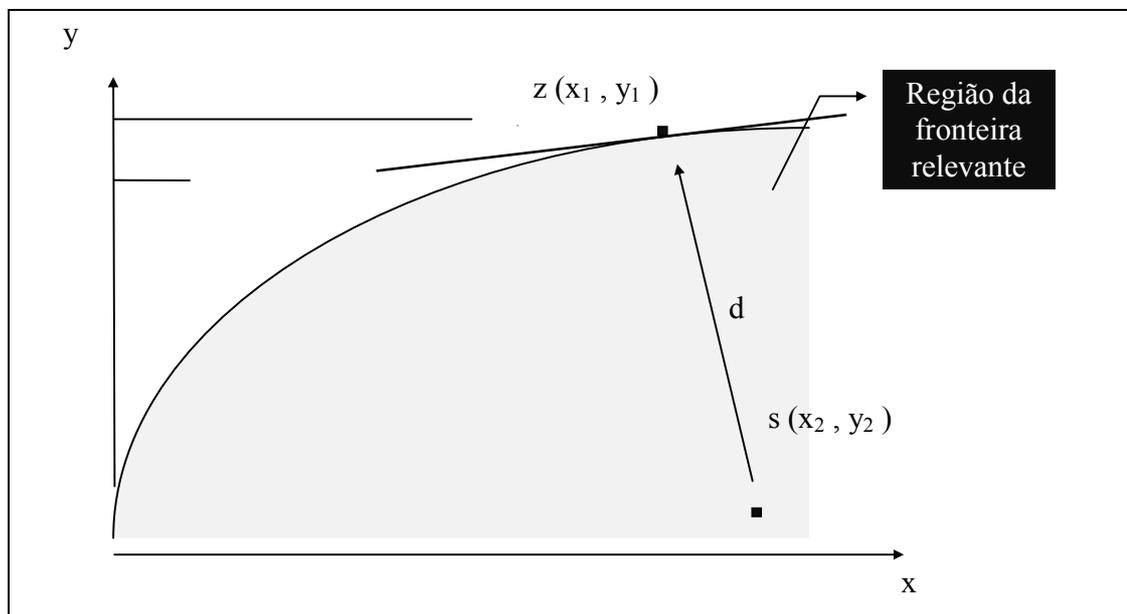


Figura 7 - Determinação do ponto de equilíbrio através da distância euclidiana⁷ do ponto correspondente a situação atual até a fronteira de eficiência relevante.

Com o propósito de estimar o ponto de equilíbrio $z(x_1, y_1)$ assumiu-se que este ponto fosse aquele mais próximo do ponto $s(x_2, y_2)$ em relação à fronteira de eficiência. O plano ótimo, ou de equilíbrio, $z(x_1, y_1)$, é portanto o ponto na fronteira no qual a distância (d) para $s(x_2, y_2)$ é mínima.

Tais pressupostos estão de acordo com as hipóteses assumidas por Peres (1976), que formulou a hipótese de que os pares de valores (x_2, y_2) estivessem sobre a fronteira de eficiência (vide Figura 7), uma vez que este ponto seria a única informação disponível para derivar a curva de indiferença das empresas. Assumiu, ainda, que a curva de indiferença era uma linha reta que passava através do ponto (x_1, y_1) e tangente à fronteira; e que o *trade-off* entre risco e retorno era constante em todo espaço bi-

⁷ A definição da distância euclidiana será apresentada formalmente nas próximas seções. Pode-se adiantar que esta se refere a menor distância de um ponto até uma função.

dimensional retorno-risco. Para este trabalho adotou-se repetir essas pressuposições, não se assumindo, porém, que os valores (x_2, y_2) estejam sobre a fronteira.

3.8.1 Ajuste da Forma Funcional para a Fronteira de Eficiência

O primeiro procedimento para obtenção do ponto de equilíbrio foi o de expressar algebricamente os pontos obtidos na fronteira de eficiência através da parametrização. De acordo com Hoffmann (1987), a determinação da forma matemática da função pode ser feita utilizando-se do conhecimento obtido *a priori* sobre o fenômeno. Outra maneira complementar é empregar o conhecimento adquirido pela inspeção dos dados numéricos. Este autor sugere também, para determinar o melhor ajuste, que se plote os pontos (x, y) em um gráfico.

O comportamento econômico do produtor averso ao risco sugere que quando aumenta-se o risco existe um aumento do retorno a uma taxa decrescente. Em outras palavras, a relação linear (constante) entre risco e retorno pode conflitar com o princípio econômico e com os dados disponíveis. Assim sendo, examinou-se formas funcionais alternativas que são consistentes com a relação não-linear entre risco e retorno. A escolha do melhor modelo que se ajusta aos dados foi feita com base nos resultados estatísticos obtidos, tais como o coeficiente de determinação, o quadrado médio dos resíduos e através de visualização gráfica.

O modelo estatístico mostrado na equação (3.8.1.1) é uma forma funcional Cobb-Douglas que relaciona retorno (y) e o risco (x) possível, sendo este modelo não linear nos parâmetros α e β .

$$y = \alpha x^\beta e \tag{3.8.1.1}$$

onde:

y = Margem Bruta esperada ao longo da fronteira de eficiência;

x = o nível de Desvio Absoluto;

α = um parâmetro;

β = um parâmetro que corresponde à elasticidade de substituição entre retorno e risco.

e = o resíduo do modelo.

O comportamento desta função foi mostrado na Figura 7, assumindo-se que $\beta < 1$. Um aspecto positivo deste modelo é que pode ser reescrito na forma linear, ou seja, como um modelo linear conforme apresentado na equação (3.8.1.2). A relação não linear entre os parâmetros α e β é transformada para uma relação linear nos parâmetros. Assim sendo, o estimador dos mínimos quadrados ordinários pode ser utilizado, de tal forma que:

$$\ln(y) = \ln(\alpha) + \beta \ln(x) + \ln(e) \quad (3.8.1.2)$$

onde:

$\ln(y)$ = logaritmo da Margem Bruta ao longo da fronteira de eficiência da empresa;

$\ln(\alpha)$ = logaritmo do parâmetro α ;

$\ln(x)$ = logaritmo do Desvio Absoluto;

$\ln(e)$ = resíduo do modelo.

Utilizou-se o software SAS, através do procedimento REG, para análise de regressão pelo método dos mínimos quadrados. A especificação do modelo e sua programação são mostrados no Anexo D. Objetivando um melhor ajuste para o Modelo Cobb-Douglas, apresentado na equação (3.8.1.1), adotou-se os seguintes procedimentos:

- ◆ tomou-se somente os pontos da fronteira de eficiência que correspondem à chamada região relevante. A definição desta região foi feita a partir dos pontos da fronteira de

eficiência, cujos valores do Desvio Absoluto sejam iguais ou menores ao obtido para a situação atual, e os valores da Margem Bruta iguais ou maiores ao obtido para a situação atual de cada empresa;

- ◆ conforme a necessidade divide-se a região relevante em dois ou três segmentos. A necessidade de divisão foi verificada a partir de inspeção gráfica e em função dos resultados estatísticos obtidos.

3.8.2 Cálculo da Distância Euclideana

O cálculo do ponto na fronteira para o qual a distância d é mínima foi obtido por meio da função euclideana. Segundo Chiang (1982), a distância euclideana d é definida como:

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - f(x_1))^2} \quad (3.8.2.1)$$

onde o ponto z , formado pelo conjunto ordenado $(x_1, f(x_1))$, e o ponto s pelo conjunto ordenado (x_2, y_2) , foram mostrados anteriormente na Figura 7.

A distância d é mínima quando o ponto s (x_2, y_2) e a função $y=f(x)$, aplicadas ao espaço bidimensional para o presente caso, satisfazem à seguinte condição necessária:

$$u = \frac{d(d)}{d(x_1)} = 0 \quad (3.8.2.2)$$

onde,

$$u = \frac{1}{2} \frac{-2x_2 + 2x_1 - 2(y_2 - a - b_1x_1)b_1}{\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - a - b_1x_1)^2}} \quad (3.8.2.3)$$

sendo que, a e b são as estimativas dos parâmetros apresentados na equação (3.8.1.2).

Assim sendo, pode-se encontrar os valores ao longo da fronteira $(x_1, f(x_1))$ para os quais a distância é mínima e que correspondem ao ponto *ótimo*. O Anexo D mostra o ponto de maximização da utilidade ao longo da fronteira, o coeficiente de aversão ao risco e a elasticidade de retorno-risco obtidos através de programação no software MAPLE, para o exemplo protótipo.

3.8.3 Estimativa do Coeficiente de Aversão ao Risco e da Elasticidade Retorno-Risco

A Taxa Marginal de Substituição entre a Margem Bruta e o Desvio Absoluto é dada por $\phi = \text{TMS}_{xy} = \frac{d(y_t)}{d(x_t)}$, ou seja, ϕ é o coeficiente de aversão ao risco.

Se o produtor é averso ao risco, então, $\phi > 0$ e a curva de iso-utilidade linear possui inclinação positiva no espaço y, x . Segundo Hazell (1986), ϕ é um número com interpretação intuitiva, sendo que o valor de $\phi = 1,65$, por exemplo, corresponde ao nível de aversão ao risco tolerado pelos estatísticos para o teste de confiança de 5% sobre a hipótese selecionada, caso a Margem Bruta tenha distribuição normal.

O coeficiente de aversão ao risco ϕ foi estimado considerando-se a demonstração a seguir. Diferenciando-se os dois lados da equação (3.8.1.2) com relação a x resulta:

$$\frac{d(\ln(y))}{d(x)} = d(b_1 + b_2 \ln(x)) \quad (3.8.3.1)$$

A derivada do lado direito da equação (3.8.3.1) é b_2/x . Para o lado esquerdo, aplicando-se a regra da cadeia, encontra-se:

$$\frac{d(\ln(y))}{d(x)} = \frac{d(\ln(y))}{d(y)} \frac{d(y)}{d(x)} = \frac{1}{y} \frac{d(y)}{d(x)} \quad (3.8.3.2)$$

então,

$$\frac{1}{y} \frac{d(y)}{d(x)} = \frac{b_2}{x} \quad (3.8.3.3)$$

ou

$$\phi = \text{TMS}_{xy} = \frac{d(y_t)}{d(x_t)} = b_2 \frac{y}{x} \quad (3.8.3.4)$$

A resposta de y para mudanças em x se reduz com a diminuição da relação y/x , ou seja, o coeficiente de aversão ao risco ϕ diminui quando se reduz a relação y/x . Se $b_2 < 1$, então, para todos os pontos ao longo da função, a relação y/x declina com o aumento de x . O aumento da Margem Bruta ocorre a uma taxa decrescente com o aumento do Desvio Absoluto. Para esta forma funcional Cobb-Douglas, não existe valor máximo para a Margem Bruta. Entretanto, a função Cobb-Douglas não contradiz o comportamento esperado para a fronteira de eficiência obtida pelo MOTAD, uma vez que se considerou somente a região dos pontos relevantes para a obtenção do melhor ajuste.

Para Griffiths et al. (1993), não se deve preocupar somente com a magnitude da taxa de resposta da variável dependente y (Margem Bruta) para mudanças na variável independente x (Desvio Absoluto). É interessante que o comportamento da mudança percentual destas variáveis, conhecido pelo nome de elasticidade, seja conhecido. A forma algébrica da função $y = f(x)$ influencia a natureza da expressão para a elasticidade porque a elasticidade de y com respeito a x depende de sua derivada $d(y)/d(x)$.

Usando-se a equação (3.8.3.4), a elasticidade de y com respeito a x da função Cobb-Douglas pode ser obtida conforme mostra a equação (3.8.3.5).

$$\eta = \frac{d(y)}{d(x)} \frac{x}{y} = b \frac{y}{x} \frac{x}{y} = b \quad (3.8.3.5)$$

A elasticidade para esta forma funcional é constante e igual ao parâmetro b (não depende de x ou y). Por consequência, a função Cobb-Douglas é conhecida como uma função de elasticidade constante porque o logaritmo da variável dependente é linearmente relacionado ao logaritmo da variável explicativa.

3.9 Limitações do Modelo

De acordo com Ruefli (1990), nas duas últimas décadas, aumentou-se o número de estudos do desempenho da firma que incluíam o risco como um dos fatores a serem considerados na avaliação de estratégias de desempenho. Entretanto, o enfoque da média-variância tem sido criticado por suas implicações implícitas ou explícitas.

Considerando-se somente os dois primeiros momentos de uma distribuição (média e variância) perde-se muitas informações, segundo Peres (1976), Mattos (1979) e Peres (1981). Desconsiderar o terceiro momento (assimetria) significa pressupor que as probabilidades de ocorrência de eventos (das Margens Brutas, no caso desta dissertação) maiores que a média sejam iguais às de ocorrência menores que a média. De acordo com Cruz (1979), para aplicações agrícolas, as distribuições de rendimento e preços esperados são aproximadamente simétricas, segundo estudos referidos pelo autor. O uso de distribuições simétricas é mais aceitável relativamente à hipótese de normalidade, que é bem mais forte.

Segundo Peres (1976), Mattos (1979) e Peres (1981), a escolha da variância ou do Desvio Absoluto com relação à média como “proxy” para risco é

arbitrária. Pode-se utilizar qualquer medida de dispersão em torno de uma média de valor central.

De acordo com Ruefli (1990), problemas com a variância propriamente dita como medida de risco têm sido abordados na literatura⁸. Tem sido apontado que estudos empregando a variância resulta numa ingênua medida de risco. Observa que a variância como *proxy* para risco: “...tão pouco distingue a direção do retorno gerando a variância ou reconhece o padrão da série temporal do retorno, nem consegue avaliar o desempenho contemporâneo das outras firmas” (Ruefli, 1990, p.371). Adiciona-se a estes problemas a tendência desta medida produzir uma difícil explicação para o aparecimento do *paradoxo* do retorno-risco. Conclui que os atributos de não verificabilidade e generabilidade tornam a abordagem da média-variância para as relações de risco-retorno uma não atrativa abordagem para promover pesquisa na área de estratégia de risco.

Bromiley (1991), fazendo uma contestação ao trabalho anterior, observa que as conclusões de Ruefli descansam sobre duas linhas. Ruefli argumenta inicialmente que desagregando dados anuais para dados de sub-períodos (semestrais, trimestrais ou mensais, por exemplo), muda-se a relação de retorno-risco. Isto é absolutamente verdadeiro mas totalmente irrelevante. Isto porque a escala de tempo mais apropriada depende do tipo de prática ou da teoria que se pretende testar. Segundo Bromiley (1991), as teorias não precisam se manter entre os níveis de análise. Teorias que fazem sentido para os indivíduos podem não fazer sentido para as organizações. A segunda linha vem da rejeição da hipótese de que certas distribuições de probabilidade são constantes sobre observações múltiplas. Para Bromiley (1991), assumir tal hipótese é necessário para que a análise estatística seja possível.

Assumiu-se que todos os coeficientes a_{ij} e b_i do modelo empírico da maximização da Margem Bruta são determinísticos. O presente modelo só considera o risco do lado da receita e, isto, nem sempre é uma hipótese adequada. Segundo Hazel

⁸ Veja sobre esse assunto: March & Shapira (1987).

(1986), por exemplo, flutuações nos custos dos insumos afetam o requerimento de capital pelas atividades da empresa bem como afetam as suas margens brutas. O produtor também está diante de riscos associados à oferta de recursos. Cita-se problemas que podem ocorrer com a oferta sazonal de trabalho, de água para irrigação e de forragem para alimentação dos animais bovinos. Assim sendo, riscos de variações nos preços de insumos ou da não disponibilidade destes, nos momentos oportunos, não são considerados.

Segundo Peres (1976), Mattos (1979) e Peres (1981), determinar o ponto de equilíbrio é um objetivo difícil, se não impossível, de ser conseguido porque depende de pressuposição sobre a forma explícita das funções utilidade dos produtores. A determinação do plano *ótimo* depende da medida desta função utilidade. Teoricamente o plano *ótimo*, conforme Figura 3, corresponde ao ponto P. De acordo com Hazel (1986), quando não se conhece os parâmetros da função utilidade esperada, sugere-se que se obtenha o grupo de planos eficientes para a empresa e, a seguir, deixa-se que o produtor faça a escolha final. Esta abordagem é mais flexível uma vez que evita a rigidez da função utilidade esperada e, em algumas situações, compensa o fato da variância da Margem Bruta não ser a melhor medida de risco. Além disso, se outros fatores socioeconômicos influenciam a função utilidade esperada, o produtor é livre para escolher o plano preferido, dados seus múltiplos objetivos.

3.10 Análise da Convergência

Esta seção baseia-se no trabalho de Sala-i-Martin (1996), “A Abordagem Clássica para Análise de Convergência”, que tinha como objeto de estudo as nações. Por analogia e fazendo-se algumas adaptações, apresentam-se a seguir alguns aspectos teóricos e os critérios adotados para análise da convergência econômica entre empresas.

Consideraram-se dois dos principais conceitos de convergência descritos pela literatura clássica, citados no primeiro capítulo, chamados de β -convergência e σ -convergência. Define-se que a “ β -convergência potencial” prevalecerá quando as empresas com nível de Margem Bruta menos favorável tendem a crescer mais rápido que as empresas com nível de Margem Bruta mais alto. Por outro lado, a “ σ -convergência potencial” será aplicada se a dispersão do nível da Margem Bruta/empresa tende a crescer com o tempo.

Definiram-se ainda os seguintes tipos de hipóteses de β -convergência potencial:

- ◆ β -convergência potencial absoluta - quando a Margem Bruta por empresa converge, no longo prazo, independente de suas condições iniciais;
- ◆ β -convergência potencial condicional - quando a Margem Bruta por empresa, que possui características estruturais semelhantes àquelas de sua região (no caso deste trabalho considerou-se a disponibilidade dos principais fatores físicos de produção), converge no longo prazo independente de suas condições iniciais.

Tomando-se assim os dados da Margem Bruta para cada uma das empresas tanto da situação atual (ano base de 1994/95) como da situação potencial com e sem risco, definiu-se $\Delta_{i,t+T} = \log(y_{i,t+T} - y_{i,t})$ como sendo o diferencial (“gap”) entre a situação atual e a potencial entre t e $t + T$ para os dois cenários definidos. O $\log(y_{i,t})$ refere-se ao logaritmo da Margem Bruta por empresa no tempo t . O tempo t caracteriza a situação atual (ano base 1994/95) e T se refere ao tempo necessário para que as empresas atinjam seu potencial de crescimento econômico conforme o modelo empírico de maximização da Margem Bruta. Foram estimadas regressões representadas nas equações (3.10.1) e (3.10.2), para a análise de convergência absoluta e condicional, respectivamente:

$$\Delta_{i,t+T} = \alpha - \beta \log(y_{i,t}) + \varepsilon_{i,t} \quad (3.10.1)$$

e

$$\Delta_{i,t+T} = \alpha - \beta_1 \log(y_{i,t}) + \beta_2 \log(s_{i,t}) + \beta_3 \log(u_{i,t}) + \beta_4 \log(c_{i,t}) + \varepsilon_{i,t} \quad (3.10.2)$$

onde:

$\Delta_{i,t+T}$ = logaritmo do diferencial entre a situação atual e a potencial entre os períodos t e T de cada empresa;

$\log(s_{i,t})$ = logaritmo da área de Superfície Agrícola Útil (SAU), medida em hectares;

$\log(u_{i,t})$ = logaritmo do total de mão-de-obra, especificada em Unidades de Trabalho Homem (UTH);

$\log(c_{i,t})$ = logaritmo da quantidade de capital de giro da empresa, medido em dólar comercial de 1995.

Caso o valor encontrado para β e β_1 das equações (3.10.1) e (3.10.2) seja estritamente positivo (> 0), então diz-se que as empresas exibem, respectivamente, β -convergência absoluta e β -convergência condicional potencial. Caso contrário, tem-se a ocorrência de β -divergência absoluta e β -divergência condicional potencial.

Para definir-se o conceito de σ -convergência, considere-se que:

$$\sigma_{t+T} < \sigma_t \quad (3.10.3)$$

onde, σ_t é o desvio padrão no tempo t do $\log(y_{i,t})$ entre as empresas i .

A Figura 8 mostra quatro situações do comportamento da Margem Bruta (MB) para duas empresas em relação ao tempo. Tome-se os dados de dois intervalos discretos t e $t + T$. A empresa (A) tem inicialmente um nível de desempenho econômico superior ao da (B), havendo determinada dispersão entre os níveis de MB. No Quadro *a*, o potencial de crescimento da empresa (A) é menor que o apresentado pela (B) entre os tempos t e $t + T$ e, assim sendo, diz-se que existe β -convergência potencial. Observa-se

que a dispersão do $\log(y_{i,t})$ em $t + T$ é menor que em t . Tem-se então a ocorrência da σ -convergência potencial. De acordo com Sala-i-Martin (1996, p.1021) “...uma condição necessária para a existência de σ -convergência é a existência de β -convergência”.

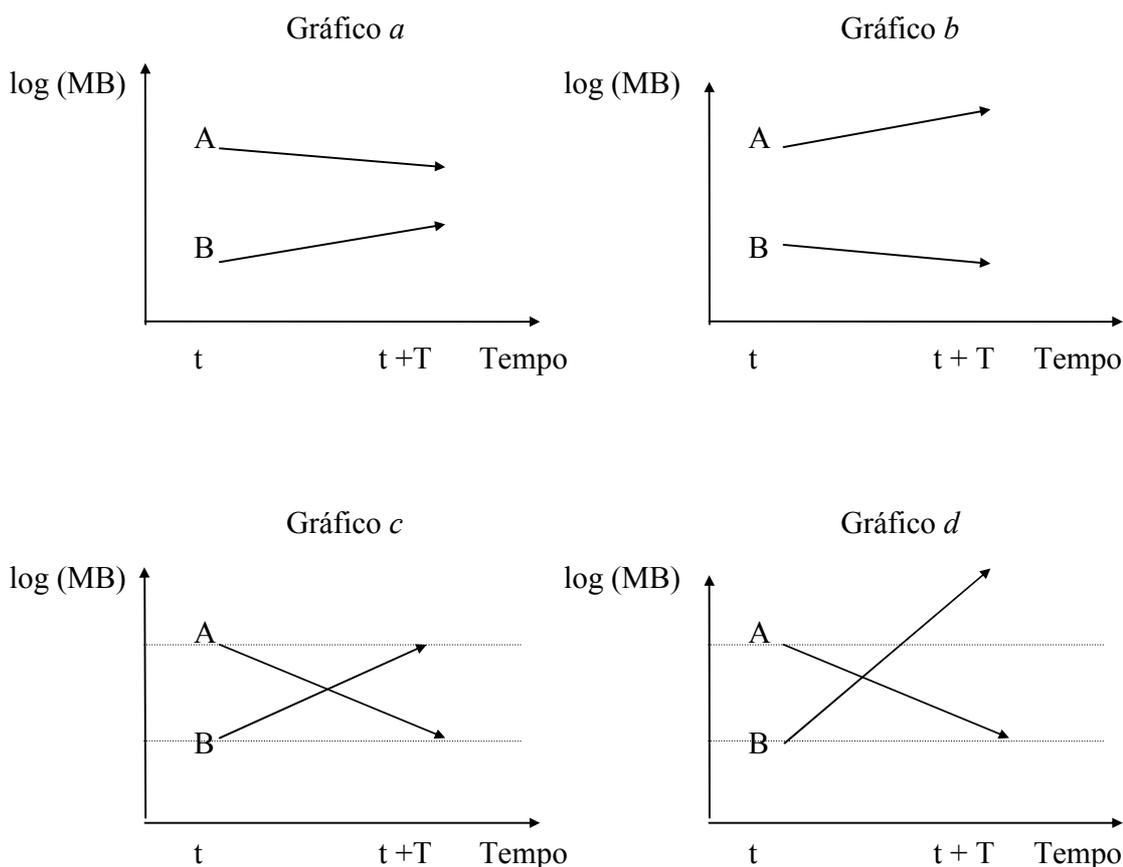


Figura 8 - Relações entre σ e β -convergência potencial entre empresas.

O Gráfico *a* na Figura 8 mostra um exemplo onde existe β -convergência potencial e está associada à σ -convergência potencial, ou seja, a existência de β -convergência potencial tende a gerar a σ -convergência potencial. Como mostra o Gráfico *b*, a falta de β -convergência potencial está associada com a falta de σ -convergência potencial. Assim sendo, os gráficos *a* e *b* dão exemplos de associação entre os dois conceitos de convergência. Contudo, no mínimo a nível teórico, é possível

que a empresa (B) de menor MB tenha um potencial de crescimento maior que a (A), de maior MB, sem que ocorra diminuição da dispersão econômica entre estas com o passar do tempo.

Pode-se encontrar β -convergência potencial sem que haja a σ -convergência potencial. O Gráfico *c* exemplifica tal situação, onde a empresa (B) tem um potencial de crescimento maior que o da empresa (A), caracterizando o conceito de β -convergência potencial. Analisando-se a dispersão do desempenho das empresas (A) e (B) no período $t + T$ em relação a t , constata-se que nesse caso não houve alteração da dispersão da MB, a não ser o fato de que em $t + T$ a empresa (B) tem maior desempenho econômico potencial. Portanto, como não houve diminuição da dispersão entre as duas empresas, a σ -convergência potencial não existe.

Finalmente, o Gráfico *d* mostra um fenômeno semelhante ao ocorrido com o Gráfico *c*, exceção feita à dispersão que em $t + T$ é maior que em t . Neste Gráfico *d* tem-se a σ -divergência mesmo tendo ocorrido a β -convergência potencial. Os exemplos mostram que β -convergência potencial, embora necessária, não é uma condição suficiente para σ -convergência potencial.

Resumindo, observa-se que os Gráficos *a*, *b* e *d* são exemplos onde, em função do potencial de crescimento econômico das empresas, muda-se a distribuição final de renda. Já o Gráfico *c* é um exemplo onde acontece a mobilidade sem que tenha ocorrido a distribuição de renda das empresas. Os conceitos de convergência nem sempre aparecem juntos porque captam dois diferentes aspectos: a β -convergência potencial mostra a mobilidade das empresas enquanto que a σ -convergência potencial mostra se a distribuição da MB diminui ou aumenta com o tempo.

Neste trabalho, fez-se o teste do tipo de convergência para o agregado de empresas e também para os grupos de empresas típicas através do modelo econométrico

apresentado nas equações (3.10.1) e (3.10.2), permitindo assim a análise da convergência absoluta e condicional potencial.

3.11 Considerações Finais

Neste capítulo apresentou-se uma discussão dos princípios de tomada de decisão em condições de risco e do modelo teórico MOTAD. Descreveu-se a origem dos dados e definiram-se as hipóteses, limitações do método e os procedimentos adotados, objetivando-se identificar o ponto *ótimo* de maximização da utilidade e da Margem Bruta. No próximo capítulo será feita a apresentação e discussão desses resultados, mostrando-se para dois cenários distintos (incorporando ou não o *risco* no modelo de maximização), o diferencial sobre o desempenho atual. Será também discutido o problema da adoção e difusão da situação de maximização e do potencial de convergência econômica das empresas agrícolas estudadas.

4. RESULTADOS EMPÍRICOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos da aplicação empírica do modelo proposto são apresentados e analisados neste capítulo. Na primeira seção, caracteriza-se a situação atual das empresas estudadas em termos de retorno e de risco e, na seção seguinte, mostra-se a estimativa da eficiência econômica e do grau de aversão ao risco, comparando-se os resultados obtidos com os de outros estudos sobre o assunto. Na terceira seção, apresenta-se os resultados e considerações sobre a existência do ponto *ótimo* e da convergência econômica entre as empresas. Na quarta seção, faz-se uma discussão qualitativa sobre o Modelo de Difusão, especialmente no que se refere ao problema da convergência e da adoção da situação de maximização da utilidade e da Margem Bruta. Por último, na quinta seção, apresenta-se as contribuições do estudo, limitações e sugestões para pesquisas futuras.

Deve-se ressaltar que todos os procedimentos, tais como os relacionados a definição da situação atual, obtenção de pontos ao longo da fronteira de eficiência econômica, ajuste da forma Cobb-Douglas para os pontos contidos na região da fronteira relevante, cálculo da distância euclidiana e obtenção dos pontos ótimos considerando o comportamento de neutralidade e de aversão ao risco, foram feitos para cada uma das 33 empresas analisadas.

4.1 Caracterização da Situação Atual

As 33 empresas analisadas possuem sistemas de produção diferenciados, apesar de se localizarem na mesma região. Seguindo os critérios de classificação de empresas definidos no capítulo 3, seção 3.6, obteve-se a agregação de oito tipos de empresas, em função da origem da Renda Bruta Total, que estão apresentados na Tabela 6. Os tipos de empresas foram ainda agrupados conforme a atividade principal do seu sistema de produção, o que resultou nos seguintes grupos: (a) Bovinos; (b) Fumo estufa; (c) Suínos e (d) sem orientação técnica e econômica definida.

Tabela 6 - Sistemas de produção para o agregado das 33 empresas com seus respectivos níveis de Margem Bruta e Desvio Absoluto.

| Tipo de Empresa | % do Total de Empresas | Desvio Absoluto (US\$) | Margem Bruta (US\$) |
|---|------------------------|------------------------|---------------------|
| Em função da Renda Bruta Total: | | | |
| Bovino (a1) | 33 | 5170,82 | 6321,91 |
| Bovino e Suínos ciclo completo (a2) | 9 | 8194,67 | 10089,33 |
| Fumo estufa (b1) | 9 | 2776,33 | 8948,00 |
| Fumo estufa e Suínos ciclo (b2) | 6 | 3719,50 | 10006,50 |
| Fumo estufa e Bovino (b3) | 12 | 2294,75 | 6377,25 |
| Suínos ciclo completo e Bovino (c1) | 9 | 5228,67 | 6316,33 |
| Suínos ciclo completo, Fumo e Bovino (c2) | 6 | 5825,00 | 10551,50 |
| Sem orientação técnica e econômica (d) | 15 | 4076,40 | 8702,80 |
| Em função da atividade principal: | | | |
| Bovino (a) | 42 | 5818,79 | 7129,21 |
| Fumo estufa (b) | 27 | 2771,89 | 8040,67 |
| Suínos (c) | 15 | 5467,20 | 8010,40 |
| Sem orientação técnica e econômica (d) | 15 | 4076,40 | 8702,80 |
| Total | 100 | 4670,55 | 7749,73 |

A Tabela 6 mostra que o tipo de empresa Bovino (a) possui, comparativamente aos demais, um nível de Margem Bruta menor (US\$ 7.129,21) e um nível de Desvio Absoluto maior (US\$ 5.818,78). No que se diz respeito a este último

valor, foi um resultado de certa forma surpreendente, visto que a atividade Bovinocultura é considerada tradicional na região. A explicação para a magnitude do Desvio Absoluto deve estar relacionada ao tamanho da Superfície Forrageira Principal (SFP) e ao padrão tecnológico das atividades que fazem parte deste grupo de empresas.

O tipo de empresa Fumo estufa apresentou, em média, para cada US\$ 1,00 de retorno um nível de risco de US\$ 0,34, sendo que dentre os tipos de empresas analisadas foi aquela que obteve menor nível de Desvio Absoluto (US\$ 2.771,88).

A dispersão dos níveis de risco e de retorno tomados pelas 33 empresas analisadas é mostrado na Figura 9. Observou-se valores médios do Desvio Absoluto de US\$ 4.670,55 por empresa (máximo de US\$ 13.167,00 e mínimo de US\$ 1.493,00), com o desvio padrão de US\$ 3.334,50. Para o retorno observou-se valores médios da Margem Bruta de US\$ 7.613,00 (máximo de US\$ 14.620,00 e mínimo de US\$ 1.769,00), com desvio padrão de US\$ 3.284,00.

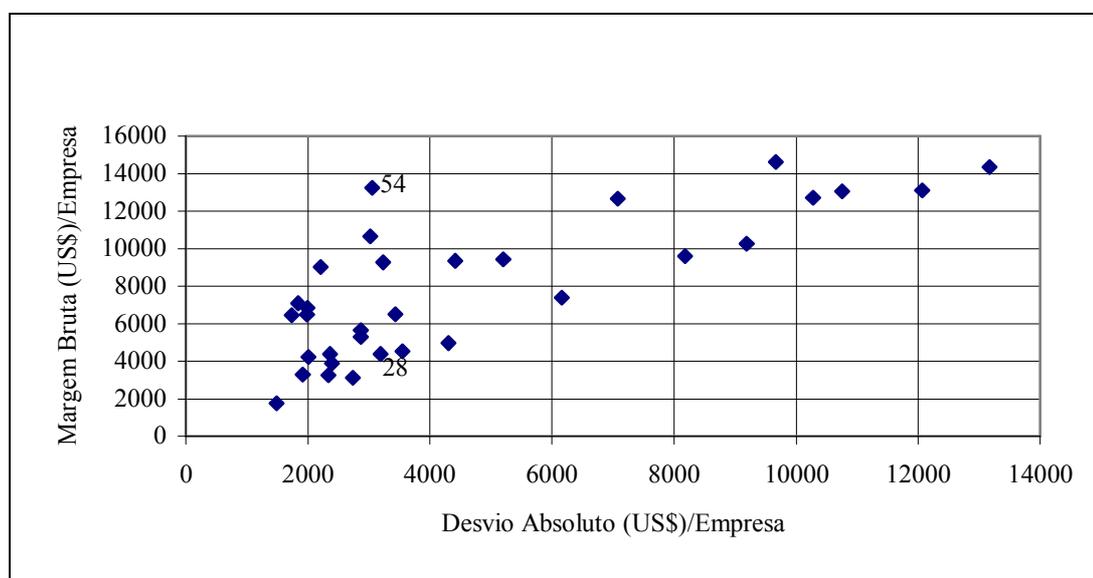


Figura 9 - Caracterização da situação atual em termos de Margem Bruta e Desvio Absoluto para as empresas.

Analisando-se a Figura 9, não se pode afirmar, por exemplo, que a empresa 54 seja três vezes mais eficiente que a empresa 28, dados que seus níveis de risco são aproximadamente iguais. Seria mais interessante que a comparação fosse feita em relação à fronteira de possibilidade individual da empresa para se definir a eficiência relativa ao seu nível de risco. Portanto, é perfeitamente possível que as empresas 54 e 28 tenham a mesma eficiência econômica relativa, embora, em termos absolutos, a Margem Bruta destas empresas tenham magnitudes completamente diferentes.

4.2 Eficiência Econômica para Maximização da Utilidade e do Retorno

O plano *ótimo* foi definido considerando-se o objetivo comportamental da unidade produtiva, ou seja, apresentando neutralidade ou aversão ao risco. A eficiência econômica foi medida comparando-se a Margem Bruta observada pela empresa com o valor da Margem Bruta *ótima*. As estimativas do ponto *ótimo* obtidas para o comportamento maximizador da Margem Bruta e para o comportamento maximizador da utilidade do produtor constam do Anexo F.

A Figura 10 mostra um potencial de crescimento econômico diferente para as empresas estudadas, mesmo assumindo-se conhecimento perfeito das alternativas e dos padrões de Margem Bruta esperados e de sua variabilidade. Os resultados sugerem diferenças em termos de disponibilidade de fatores por parte destas empresas.

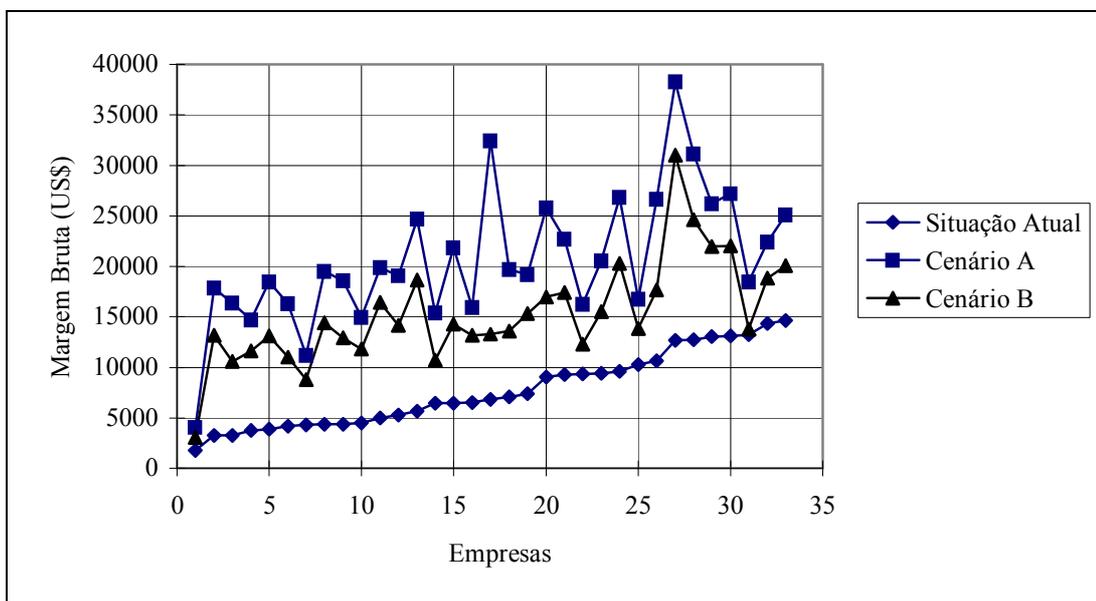


Figura 10 - Potencial de crescimento econômico para o comportamento maximizador da Margem Bruta (Cenário A) e da utilidade (Cenário B).

Em média, as empresas analisadas apresentaram uma eficiência econômica de 50,10% e de 37,41%, considerando-se o objetivo de maximizar a utilidade e maximizar a Margem Bruta, respectivamente. Assim sendo, os resultados indicam um potencial médio de 49,90% e 62,59%, uma vez que a eficiência econômica foi de 50,10% e de 37,41%, de aumento do retorno das empresas quando o produtor adotar, respectivamente, o plano de máxima utilidade e de máximo retorno dada a disponibilidade de recursos, padrões técnicos e econômicos e das alternativas de produção.

A representação do ponto da situação atual, da distância euclidiana e da fronteira de eficiência relevante, conforme já mostrados na Figura 7, tem suas estimativas obtidas apresentadas na Tabela 7. Os coeficientes de determinação (R^2) das funções Cobb-Douglas estimadas foram acima de 0,95, o que se constitui num indicativo de muito bom ajuste.

Tabela 7 - Estimativa dos parâmetros da fronteira de eficiência na forma Cobb-Douglas, do coeficiente de aversão ao risco e da distância euclidiana para cada uma das empresas*.

| Empresas | x_2 | y_2 | α | β | ϕ | d |
|---------------|--------|--------|----------|---------|---------|--------|
| a1183019 | 7,7571 | 8,0907 | 7,9086 | 0,2112 | 1,5953 | 1,4247 |
| a1183024 | 8,0736 | 8,3693 | 8,2602 | 0,1032 | 0,3058 | 0,7202 |
| a1183031 | 7,5601 | 8,0922 | 7,4959 | 0,2436 | 1,7893 | 1,2099 |
| a1183039 | 7,9814 | 8,2276 | 7,4461 | 0,2442 | 1,2304 | 1,1342 |
| a1183060 | 7,6064 | 8,3457 | 7,4316 | 0,2548 | 1,7835 | 0,9923 |
| a1183062 | 7,7824 | 8,2654 | 7,5490 | 0,2584 | 1,9287 | 1,2534 |
| a1186001 | 9,3980 | 9,4796 | 8,7750 | 0,1312 | 0,2561 | 0,5239 |
| a1186002 | 8,7260 | 8,9072 | 8,7183 | 0,1064 | 0,2864 | 0,7353 |
| a1186003 | 9,4855 | 9,5715 | 8,5775 | 0,1338 | 0,1981 | 0,2727 |
| a1186004 | 9,1262 | 9,2360 | 8,2224 | 0,1445 | 0,2270 | 0,3019 |
| a1186005 | 7,3085 | 7,4782 | 6,6291 | 0,1934 | 0,4386 | 0,5540 |
| a2183020 | 8,1741 | 8,4149 | 8,2772 | 0,1666 | 0,5180 | 0,9698 |
| a2183050 | 9,2379 | 9,4505 | 9,2100 | 0,0981 | 0,2503 | 0,6625 |
| a2183063 | 9,2833 | 9,4758 | 9,1666 | 0,0900 | 0,1927 | 0,5241 |
| b1183001 | 8,1403 | 8,7803 | 7,6778 | 0,2267 | 1,0229 | 0,7245 |
| b1183016 | 7,5197 | 8,8677 | 7,5270 | 0,2709 | 2,3786 | 0,6721 |
| b1183054 | 8,0245 | 9,4910 | 8,2243 | 0,1629 | 0,7391 | 0,0399 |
| b2183032 | 8,3925 | 9,1445 | 8,0093 | 0,1685 | 0,4907 | 0,2750 |
| b2183036 | 8,0147 | 9,2733 | 7,6737 | 0,2672 | 1,7857 | 0,5235 |
| b3183009 | 7,4622 | 8,7706 | 7,4220 | 0,2528 | 1,7622 | 0,5214 |
| b3183021 | 7,9603 | 8,6422 | 8,0811 | 0,2280 | 1,9486 | 1,2224 |
| b3183051 | 7,7668 | 8,3834 | 7,6779 | 0,2544 | 2,1053 | 1,2311 |
| b3183053 | 7,7017 | 9,1080 | 6,8503 | 0,3873 | 3,7907 | 0,6762 |
| c1183018 | 8,3680 | 8,5092 | 2,8762 | 0,2059 | 1,0035 | 1,2214 |
| c1183026 | 9,0098 | 9,1690 | 8,0906 | 0,2066 | 0,5995 | 0,7667 |
| c1183028 | 8,0697 | 8,3880 | 7,6298 | 0,2352 | 1,2275 | 1,1095 |
| c2183002 | 7,5924 | 8,7769 | 7,7372 | 0,2474 | 2,1674 | 0,8141 |
| c2183005 | 9,1765 | 9,5901 | 8,7185 | 0,1299 | 0,2804 | 0,3177 |
| d178013 | 7,5999 | 8,8324 | 2,6220 | 0,9891 | 12,6205 | 0,9289 |
| d183004 | 8,0818 | 9,1348 | 8,6736 | 0,1367 | 0,8034 | 0,6376 |
| d183012 | 8,5564 | 9,1523 | 8,8205 | 0,0972 | 0,3036 | 0,4975 |
| d183013 | 7,9617 | 8,5722 | 7,6838 | 0,2188 | 1,3406 | 1,0097 |
| d185001 | 8,8650 | 9,4470 | 8,2411 | 0,2430 | 1,3235 | 0,9214 |
| Média | 8,2353 | 8,8314 | 7,6941 | 0,2215 | 1,4756 | 0,7694 |
| Desvio padrão | 0,6387 | 0,5260 | 1,4120 | 0,1532 | 2,1708 | 0,3441 |

* x_2, y_2 = valores em logaritmo das coordenadas da situação atual de cada empresa;

α, β = estimativa dos parâmetros da fronteira na forma Cobb-Douglas;

ϕ , d = estimativa do coeficiente de aversão ao risco e da distância euclidiana para cada empresa, vide expressões (3.7.3.4) e (3.7.2.1).

Todas as 33 empresas analisadas localizaram-se abaixo da fronteira de eficiência, como teoricamente era de se esperar, uma vez que o modelo de fronteira utilizado envolve maximização da Margem Bruta. Entretanto, é perfeitamente possível que algumas empresas estivessem sobre ou acima da fronteira, sendo que estão sendo utilizados padrões econômicos e coeficientes técnicos médios para as alternativas potenciais da região. Portanto, considerando-se a natureza do método utilizado e a possibilidade dos coeficientes adotados como padrões não se ajustarem à realidade de uma determinada empresa ou grupo delas, algumas empresas poderiam se localizar acima da fronteira de eficiência.

Em relação à situação atual, as empresas obtiveram uma redução do Desvio Absoluto de 11,61% para a maximização da utilidade e um aumento de 333,06% para a maximização da Margem Bruta, de acordo com os resultados apresentados no Anexo B. Assim, pode-se afirmar ainda que a opção pelo comportamento maximizador da Margem Bruta significará assumir um *risco* significativamente superior relativamente ao obtido em sua situação atual.

Vários estudos empíricos suportam a tese da existência de significativas ineficiências econômicas em grupos de empresas agrícolas localizadas em uma mesma região, tal como observado neste trabalho. Taylor et al. (1986) encontraram níveis baixos de eficiência econômica entre empresas rurais tradicionais do sudoeste de Minas Gerais. Os níveis de eficiência econômica foram, em média, 12,5% e 13,0%, respectivamente, para participantes e não participantes do programa de crédito rural. A mensuração da eficiência econômica foi feita utilizando-se de uma fronteira de custo tipo Cobb-Douglas.

Ali & Flinn (1989), Bravo-Ureta & Pinheiro (1993), Hallam & Machado (1996) e Wang et al. (1996) mediram o nível de eficiência econômica de empresas agrícolas de várias nacionalidades. Utilizando-se de modelos econométricos, encontraram valores médios de eficiência econômica relativa de 30% a 70%. Wang et al. (1996), em sua pesquisa sobre a eficiência econômica da agricultura chinesa, encontraram uma faixa de eficiência econômica variando de 1,3% a 93,0%, com 24,2% das empresas familiares tendo um nível de eficiência menor do que 50,0%. Para este estudo foi utilizada uma amostra de 1889 observações (empresas), com um índice médio de eficiência de 61,0%.

Bravo-Ureta & Pinheiro (1993), fazendo uma revisão da literatura sobre análise de fronteira de países em desenvolvimento, examinaram um total de 30 estudos em 14 países. O país com mais trabalhos sobre o assunto foi a Índia e o produto mais estudado o arroz. O índice de eficiência técnica foi de 72% e os poucos estudos relacionados à eficiência alocativa e econômica mostram uma média de 68% e 43%, respectivamente. Segundo os autores, a revisão de literatura mostrou o considerável esforço para se medir a eficiência da agricultura, utilizando-se de vários modelos. Apesar de todos os trabalhos, permanece a incerteza sobre o quanto a medida de eficiência é sensível ao tipo de metodologia utilizada.

Parikh e Shah (1994), através de uma função de custo tipo translog, estimaram a eficiência custo sob condições de risco na agricultura. Os resultados obtidos apresentaram médias de ineficiência custo com risco e sem risco de 9,8% e 11,5%, respectivamente, contra 37,41% e 50,10% obtidos por esta dissertação. Com exceção de Parikh e Shah (1994), todas as fronteiras estimadas pelos trabalhos anteriores não incluíam o elemento risco diretamente no modelo.

Os resultados de eficiência econômica para o comportamento de maximização da Margem Bruta e da utilidade, considerando-se a classificação dos

grupos em função da Renda Bruta Total, podem ser visualizados na Figura 11. Os tipos de empresas predominantemente Fumo estufa e predominantemente Fumo estufa e Suínos ciclo completo foram os que apresentaram maior eficiência, 65,91% e 68,27%, respectivamente, para o comportamento de maximização da utilidade e, 49,55% e 48,76%, respectivamente, para o comportamento de maximização da Margem Bruta. Ao contrário, os tipos de empresas predominantemente Suínos ciclo completo e predominantemente Fumo estufa e Bovino mostraram-se, respectivamente, menos eficientes com 37,13% e 43,56% para maximização da utilidade e, 28,11% e 30,55%, para o comportamento maximizador da Margem Bruta.

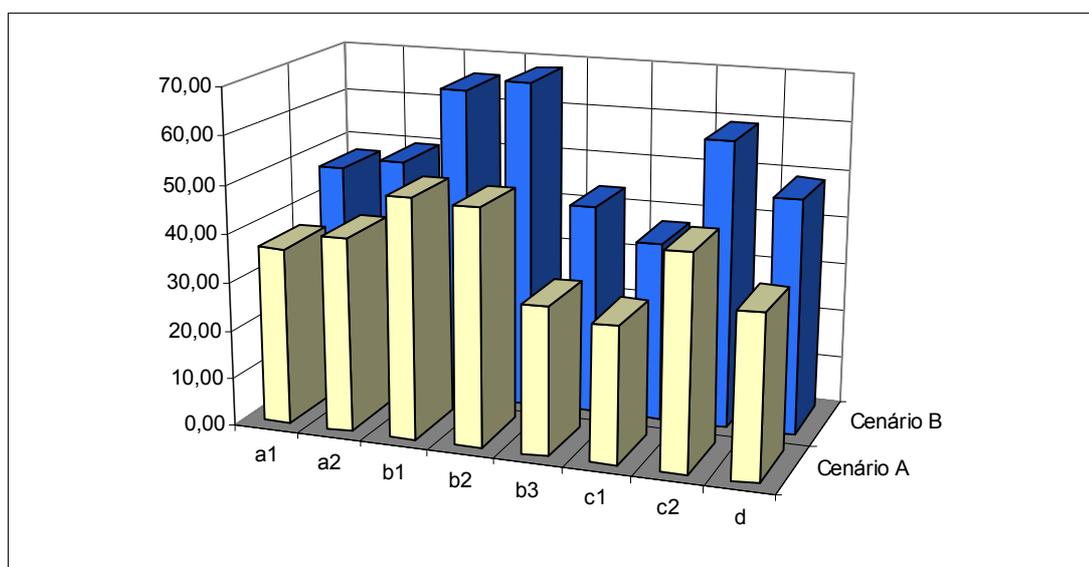


Figura 11 - Eficiência Econômica Relativa estimadas para o comportamento maximizador da Margem Bruta e da utilidade para os diferentes tipos de empresas analisadas (a1 = Bovino; a2 = Bovino e Suínos ciclo completo; b1 = Fumo estufa; b2 = Fumo estufa e Suínos ciclo completo; b3 = Fumo estufa e Bovino; c1 = Suínos ciclo completo e Bovino; c2 = Suínos ciclo completo, Fumo e Bovino; d = Sem orientação técnica e econômica definida).

Os sistemas de produção com atividade principal Fumo estufa (b), conforme mostra a Tabela 8, foram os que apresentaram maior eficiência para os dois

cenários, enquanto que os menos eficientes foram os sistemas de produção com atividade principal Suínos ciclo completo e sem orientação técnica econômica definida. Assim sendo, apesar dos sistemas de produção com atividade principal Bovinos terem, em média, uma Margem Bruta menor (US\$ 7.129,21) na situação atual, esses tipos de empresas apresentaram um nível relativo de eficiência intermediário quando comparados aos demais sistemas de produção.

Tabela 8 - Eficiência econômica relativa para os diferentes tipos de empresas analisadas considerando-se os Cenários A (comportamento de neutralidade ao risco) e B (comportamento de aversão ao risco).

| | Cenário A | CenárioB |
|---|-----------|----------|
| Em função da Renda Bruta Total: | | |
| Bovino (a1) | 0,37 | 0,47 |
| Bovino e Suínos ciclo completo (a2) | 0,40 | 0,50 |
| Fumo estufa (b1) | 0,50 | 0,66 |
| Fumo estufa e Suínos ciclo completo (b2) | 0,49 | 0,68 |
| Fumo estufa e Bovino (b3) | 0,31 | 0,44 |
| Suínos ciclo completo e Bovino (c1) | 0,28 | 0,37 |
| Suínos ciclo completo, Fumo e Bovino (c2) | 0,44 | 0,59 |
| Sem orientação técnica e econômica (d) | 0,34 | 0,49 |
| Em função da atividade principal: | | |
| Bovino (a) | 0,38 | 0,48 |
| Fumo estufa (b) | 0,41 | 0,57 |
| Suínos (c) | 0,34 | 0,46 |
| Sem orientação técnica e econômica (d) | 0,34 | 0,49 |
| Média para o total de empresas | 0,37 | 0,50 |

A tipificação das empresas foi feita com objetivo de facilitar a análise dos resultados. Entretanto, esses resultados, seja da eficiência relativa, do coeficiente de aversão ao risco ou da distância euclidiana, são afetados pelos níveis de disponibilidade de fatores para cada empresa em particular. Assim sendo, a magnitude das ineficiências pode resultar simplesmente da disponibilidade dos fatores de produção e não somente do sistema de produção e tecnologia empregados.

A Figura 12 mostra os resultados de eficiência econômica apresentados pelas 33 empresas. As três empresas mais eficientes estão acima de 70% e de 60%, respectivamente, para o cenário da maximização da utilidade e do retorno, enquanto, as três empresas menos eficientes estão abaixo de 30% e 25%. Os resultados para cada uma das empresas podem ser consultados no Anexo F.

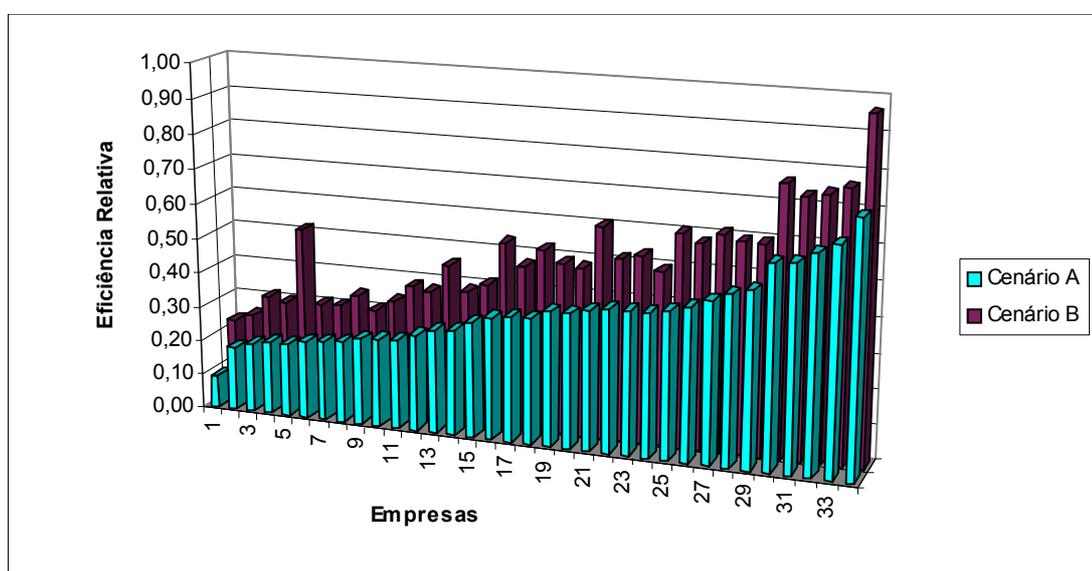


Figura 12 - Eficiência Econômica Relativa estimadas para o comportamento maximizador da Margem Bruta e da utilidade para as empresas estudadas.

Alterando-se o objetivo de maximizar o retorno para o de maximizar a utilidade, obtém-se uma redução média proporcionalmente maior do Desvio Absoluto em relação à variação obtida com a Margem Bruta. A diminuição média do retorno esperado (E) foi de 27,58%, enquanto do nível de risco (A) foi de 387,72%.

Estes resultados são consistentes com os obtidos por Ogletorpe (1995), que também examinou como a estimativa do plano *ótimo* da empresa, com o objetivo de maximizar lucro, difere daquele descrito pela maximização da utilidade. O estudo utilizou funções de utilidade obtidas diretamente de um levantamento de 20 empresas

agrícolas do norte da Inglaterra, em conjunto com a fronteira de eficiência geradas pelo MOTAD. Este autor constatou que uma pequena redução da renda esperada gera uma redução proporcionalmente maior da variância da renda, quando o objetivo passa de maximização do lucro para maximização da utilidade. No caso, para uma diminuição média da renda esperada (E) em 5,4%, a diminuição na variância da renda (V) foi de 36,6%.

No campo empírico, há vários fatores que podem fazer com que o desempenho de determinada empresa fique abaixo de sua fronteira de possibilidade econômica, considerando-se ou não o ambiente de incertezas. Aigner & Chu (1968) atribuíram as seguintes razões: a) choques aleatórios no processo de produção; b) diferenças na eficiência técnica; e c) diferenças na eficiência econômica. Para esses autores, dada a função de produção da empresa e a situação de mercado, esta produzirá um certo nível de produto para maximizar seu lucro.

O procedimento de maximização determina simultaneamente o nível de produção e o nível de insumos utilizados. Alterando-se a situação de mercado, o nível de produção e de insumos deve se ajustar também a fim de assegurar o máximo lucro. Contudo, a habilidade do produtor em fazer tais ajustes dificilmente será igual.

Da mesma forma, para o modelo empírico utilizado nesta dissertação (MOTAD), espera-se diferentes habilidades dos produtores para escolherem seu ponto *ótimo*, dado o nível de risco que desejam suportar, sua disponibilidade de recursos e as alternativas existentes.

4.2.2 Estimativa do Coeficiente de Aversão ao Risco

A distância euclidiana foi utilizada para determinar o ponto sobre a fronteira E-A específica da empresa a que corresponde o ponto *ótimo* da maximização da utilidade. Tomando-se a derivada da função Cobb-Douglas nesse ponto *ótimo* obteve-se o chamado coeficiente de aversão ao risco (ϕ) para cada uma das empresas. Os valores obtidos para (ϕ) são mostrados na Figura 13.

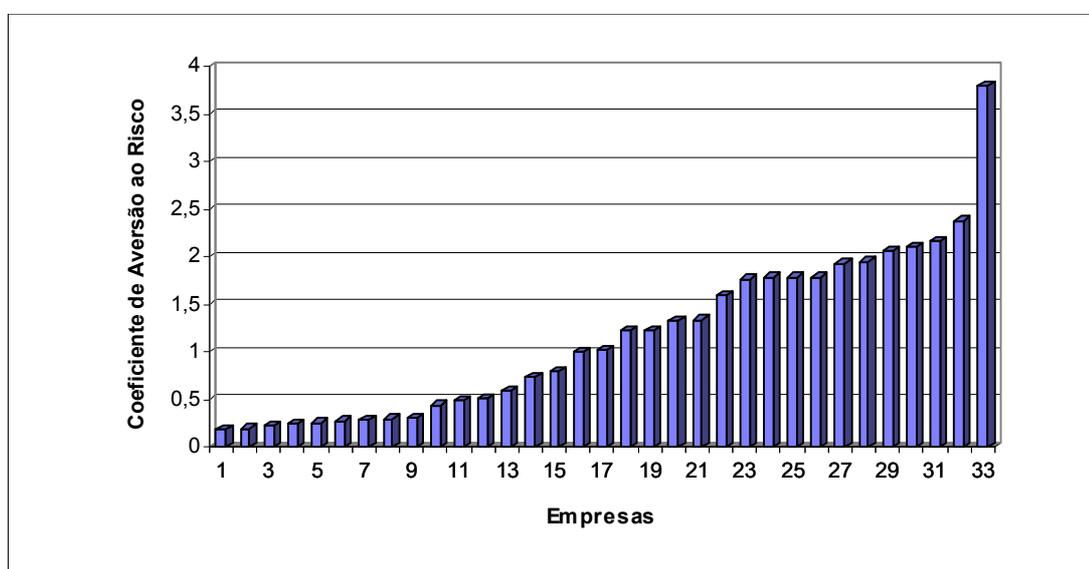


Figura 13 - Estimativa do coeficiente de aversão ao risco apresentados na ordem crescente de seu valor (os números no eixo horizontal não identificam as empresas)⁹.

O coeficiente de aversão ao risco (ϕ) corresponde à Taxa Marginal de Substituição entre a Margem Bruta e o Desvio Absoluto, conforme apresentado anteriormente na equação (3.8.3.4), que depende da relação y/x e do valor de b_2 . O valor

⁹ A identificação de cada empresa com a sua estimativa de ϕ pode ser observada na Tabela 7, já apresentada anteriormente.

médio estimado para o agregado de empresas foi de $\phi = 1,47$, o que significa uma curva de iso-utilidade linear com inclinação positiva no espaço y, x .

O coeficiente de aversão ao risco ϕ aumenta quando aumenta-se a relação entre a Margem Bruta e o Desvio Absoluto, conforme pode ser observado na Tabela 9, que por sua vez também depende do valor da elasticidade de retorno-risco η . Pode-se verificar também que os valores de η foram todos menores que um, o que faz com que a relação y/x decline com o aumento de x e, assim, observar-se um valor menor para ϕ .

Tabela 9 - Estimativas do coeficiente de aversão ao risco segundo a tipificação das empresas considerando a composição da Renda Bruta Total (RBT) e a atividade principal do sistema de produção*.

| Tipo de empresa | Desvio Absoluto (x_1) | Margem Bruta (y_1) | Elasticidade (η) | Coeficiente de Aversão ao risco(ϕ) |
|----------------------------------|------------------------------|---------------------------|----------------------------|---|
| Pela composição da RBT: | | | | |
| Bovino | 4685,7382 | 12848,8345 | 0,1841 | 0,9127 |
| Bovino e Suínos | 7670,0333 | 19454,8433 | 0,1182 | 0,3203 |
| Fumo | 2501,4667 | 13513,3700 | 0,2202 | 1,3802 |
| Fumo e Suínos | 3429,6600 | 14970,5500 | 0,2179 | 1,1382 |
| Fumo e Bovino | 1797,7225 | 15180,3125 | 0,2806 | 2,4017 |
| Suínos e Bovino | 4284,2733 | 16560,1000 | 0,2159 | 0,9435 |
| Suínos, Fumo e Bovino | 5455,2150 | 17161,3350 | 0,1887 | 1,2239 |
| Sem orientação econômica | 3393,9900 | 18275,2240 | 0,3370 | 3,2783 |
| Pela atividade principal: | | | | |
| Bovino | 5325,2300 | 14264,4079 | 0,1700 | 0,7857 |
| Fumo | 2394,9567 | 14578,0511 | 0,2465 | 1,7804 |
| Suínos | 4752,6500 | 16800,5940 | 0,2050 | 1,0557 |
| Sem orientação econômica | 3393,9900 | 18275,2240 | 0,3370 | 3,2783 |
| Total | 4146,6979 | 15341,9170 | 0,2215 | 1,4756 |

* x_1 e y_1 correspondem às coordenadas do ponto ótimo ao longo da fronteira de eficiência;

η = a elasticidade de retorno-risco, que é igual ao parâmetro b da equação (3.8.1.1);

e ϕ = o coeficiente de aversão ao risco estimado por tipos de empresas.

Considerando-se a tipificação pela atividade principal observa-se que o tipo de empresa Bovino foi o que apresentou menor estimativa para ϕ . O valor encontrado para este grupo, $\phi=0,78$, resulta tanto de uma relação y/x menor, bem como por apresentar também uma elasticidade retorno-risco (0,17) menor, comparativamente aos demais tipos de empresas. Por sua vez, o tipo de empresa Fumo estufa tem uma relação y/x maior quando comparada à obtida para o tipo sem orientação econômica. Entretanto, o valor da elasticidade é menor, para o primeiro, fazendo com que sua estimativa de ϕ também seja menor. Por último, o tipo de empresa Suínos apresentou o segundo menor valor de ϕ , em função dos valores da elasticidade retorno-risco e da relação y/x obtidos.

Há uma série de trabalhos correlatos que suportam os resultados obtidos neste estudo. Peres (1976), por exemplo, encontrou dois coeficientes de aversão ao risco: $\phi=0,8188$ para as pequenas empresas e $\phi=0,0439$ para as maiores empresas da região de Ribeirão Preto. Segundo o autor, estes resultados dão uma idéia da disposição dos dois tipos de empresas representativas para suportarem o risco. Como era esperado, concluiu que pequenas empresas são mais aversas ao risco do que as grandes empresas. Confrontando-se com os resultados obtidos para as empresas da região de Tubarão (SC), ainda assim, esses valores médios de ϕ (0,8188 e 0,0439) para os dois tipos representativos de Ribeirão Preto ficaram bem abaixo da estimativa feita de ϕ (1,47) para as empresas de Tubarão.

Moscardi & de Janvry (1977), estimando o coeficiente de aversão ao risco dos produtores do projeto *Pueblo* no México, encontraram um valor médio de 1,12, mais próximo da estimativa de ϕ para as empresas de Tubarão. Este valor foi observado dispondo-se de dados da decisão atual e das condições de primeira ordem para maximizar $(E - \phi\sigma)$ de uma função de produção estimada, sendo σ o desvio padrão do retorno.

Dillon & Scandizzo (1978), utilizando-se da abordagem da utilidade esperada, estudaram as atitudes dos produtores de subsistência do nordeste do Brasil, verificando que a maioria desses produtores são aversos ao risco. A distribuição dos coeficientes de aversão ao risco foi diversa, tal como os resultados obtidos para as empresas da região de Tubarão, e não necessariamente bem representada por um valor médio da amostra (no caso, $\phi=0,90$). Estes autores concluíram também que o nível de renda e talvez outras variáveis de natureza sócio-econômicas influenciavam as atitudes dos produtores em relação ao risco.

De acordo com Hazell (1986), vários pesquisadores têm atribuído valores para ϕ , obtendo a fronteira eficiente E- σ e selecionando o valor de ϕ que conduz ao melhor ajuste entre o plano atual da empresa e o plano previsto ao longo da fronteira de eficiência E- σ . Várias formas de se medir o melhor ajuste têm sido utilizadas, tais como o desvio absoluto médio das diferenças das áreas das atividades. Este procedimento de estimar ϕ tem sido mais comum em modelos setoriais que em modelos para uma empresa individual, tal como desenvolvido nesta dissertação.

Este mesmo autor cita vários trabalhos, tais como, Hazell et al. (1983), Simmons e Pomareda (1975) e Kutcher e Scandizzo (1981), que relatam valores de ϕ na faixa de 0,5 a 1,5 quando derivados de modelos agregados do México e do Brasil. Para modelos a nível de empresa individual, Hazel (1986) cita ainda o trabalho de Brink e McCarl (1978), que encontraram valores de ϕ abaixo de 0,25. Estes autores concluíram também que as preferências ao risco dos produtores do cinturão do trigo dos Estados Unidos não eram tão importantes, dadas as baixas estimativas de ϕ para estes produtores, o que não foi o caso das empresas analisadas no sul catarinense.

Como indicado na seção 3.7 do capítulo 3, o ponto *ótimo* foi determinado como sendo a menor distância do *mix* de atividades atuais da empresa, com seus respectivos padrões técnicos e econômicos, em relação à fronteira de eficiência. O

critério de mínima distância para definir o ponto *ótimo* é arbitrário e traz consigo as seguintes implicações: a) garante-se um nível de risco igual ou menor e um nível de retorno igual ou maior ao obtido atualmente pelo produtor; e b) garante-se uma estimativa para o coeficiente de aversão ao risco do produtor.

Espera-se assim que quanto mais próximo esteja a situação atual da fronteira de eficiência, mais confiável seja a estimativa encontrada para ϕ , uma vez que menores diferenças devem ser observadas tanto em função do *mix* de culturas assim como do padrão tecnológico da situação atual em relação ao plano ótimo e de outros elementos da função utilidade desses produtores que não foram devidamente considerados, tal como a afinidade do produtor por determinada atividade.

4.3 Considerações sobre o Ponto *ótimo* e a Convergência Econômica

A Tabela 13, no Anexo E, mostra os níveis ótimos da Margem Bruta para os Cenários A e B, que correspondem a determinada composição de atividades e padrões tecnológicos de cada empresa analisada. Pode-se questionar: existem decisões que podem ser consideradas ótimas? Para Contini et al. (1984), a qualidade das informações e análises apuradas podem levar a uma maior racionalidade na decisão. Não se pode medir qualidade de uma decisão apenas pelos seus resultados. Entretanto, caso se tenha um grande número de repetições a partir da utilização de um mesmo procedimento, os resultados permitem avaliar a qualidade dessas decisões. Para este autor, antes da utilização de modelos, tais como aqueles que envolvem programação matemática, o ponto *ótimo* era praticamente um ideal e difícil de ser alcançado pela complexidade das variáveis e dos recursos envolvidos.

Como pode ser então interpretado o fato da empresa mudar continuamente seu sistema de produção e o que pode justificar as magnitudes observadas para a distância euclideana? Os seguintes aspectos teóricos sobre teorias de crescimento

das empresas, discutidos por Upton & Haworth (1987), podem ser interessantes para tratar esse assunto:

Situação 1: Pode-se argüir a existência de uma curva de custo médio de longo prazo fixa (U-Shaped) e para a maximização do lucro, um único tamanho *ótimo*. Diferenças entre empresas são explicadas em termos de habilidades administrativas. Já o fracasso em atingir o *ótimo* econômico é explicado pelos erros aleatórios de curto prazo, sendo que uma hipótese desta natureza é necessária para justificar o uso da análise da função de produção ou de custo, baseados em dados de um ano, para prever o tamanho da estrutura da empresa. Com o tempo, espera-se uma diminuição da variância do tamanho da empresa e que seu tamanho médio permaneça inalterado.

Situação 2: Outra hipótese, talvez mais plausível do que a de tamanho único, seria admitir que a curva de custo médio e a distribuição do tamanho *ótimo* estejam constantemente se alterando, resultado da mudança de preço e da tecnologia. Em determinado instante, o ponto de equilíbrio para o tamanho será temporário. As contribuições da mudança de preço e das inovações tecnológicas são difíceis de serem separadas, dada a mútua dependência destas duas variáveis. Pode-se supor que tais mudanças exógenas tenham um impacto similar para todas as empresas, embora de magnitudes diferentes. Segundo Upton & Haworth (1987), esta hipótese sugere que todas as empresas mudam na mesma direção, quando elas se movem de um ponto *ótimo* para outro.

Situação 3: Finalmente, pode-se assumir a não existência de um ponto *ótimo* econômico temporário para o tamanho da empresa. A distribuição do tamanho observado é resultado de taxas de crescimento do passado e não de um equilíbrio temporário ou estático. Dois pontos de vista podem justificar esta última possibilidade: a) as empresas estão sujeitas a uma curva de custo médio L-Shaped, ou seja, estão sujeitas a retornos constantes para o tamanho até atingir um tamanho de eficiência mínimo; b) o estado normal da agricultura e da economia mundial é de desequilíbrio. Esta última

justificativa enfatiza a natureza adaptativa do tomador de decisão em relação às mudanças tecnológicas e de preços.

Portanto, a existência da distância euclidiana entre a situação atual até a fronteira, mostrada na Tabela 7, pode ser também explicada por estas hipóteses apresentadas por Upton & Haworth (1987). O uso do modelo de programação empregado neste estudo seria melhor justificado se prevalecesse a situação 1, sendo que em todas essas pressuposições, seja a relacionada à existência de uma curva de custo médio de longo prazo fixa ou não (situação 1 e 2) e da não existência de um ponto ótimo temporário para o tamanho da empresa (situação 3), as várias magnitudes dessas distâncias podem ser atribuídas também a diferenças na administração. Mudanças no ambiente devidas a alterações na demanda, no desenvolvimento de novas tecnologias e nas políticas governamentais formam o cenário para o exercício do talento empresarial. Naturalmente, os efeitos destas mudanças ambientais diferem de uma empresa para outra.

4.4 Evidências Empíricas da Convergência entre Empresas

As Figuras 14 e 15 permitem a análise da existência de β -convergência absoluta potencial. No eixo horizontal, tem-se a situação inicial da Margem Bruta/empresa no ano de 1995 e, no eixo vertical, tem-se o potencial de crescimento desta. A Figura 14 mostra que a relação entre o potencial de crescimento para o Cenário A (GAP-A) e o nível inicial da Margem Bruta é positiva. A Figura 15 mostra esta mesma relação, para o potencial de crescimento para o Cenário B (GAP-B), como sendo também positiva, embora não se observe um bom ajuste da regressão para estes dois casos.

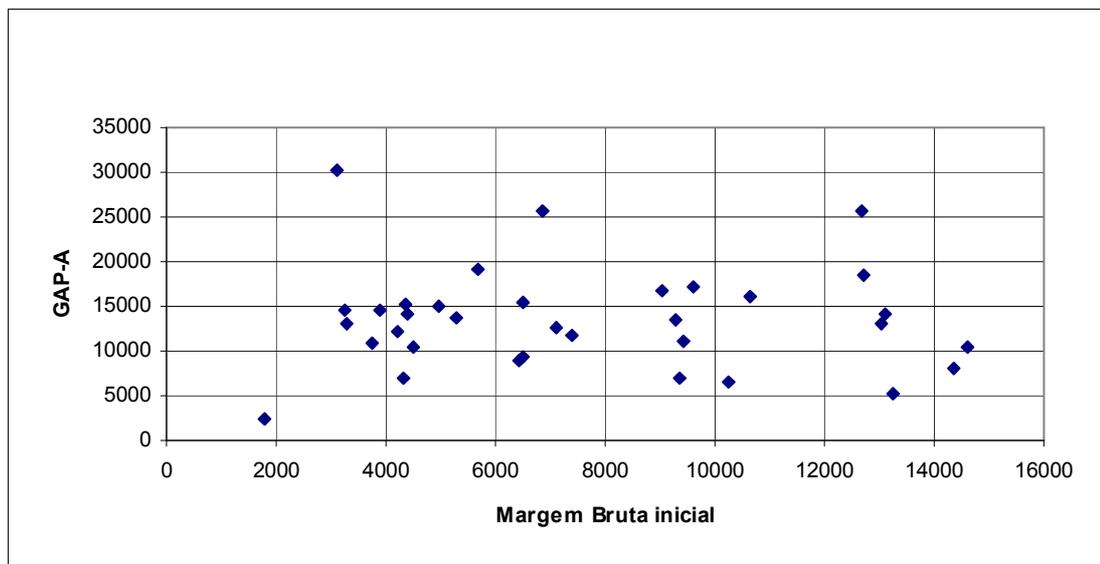


Figura 14 - Convergência absoluta potencial entre as empresas para o cenário de maximização da Margem Bruta

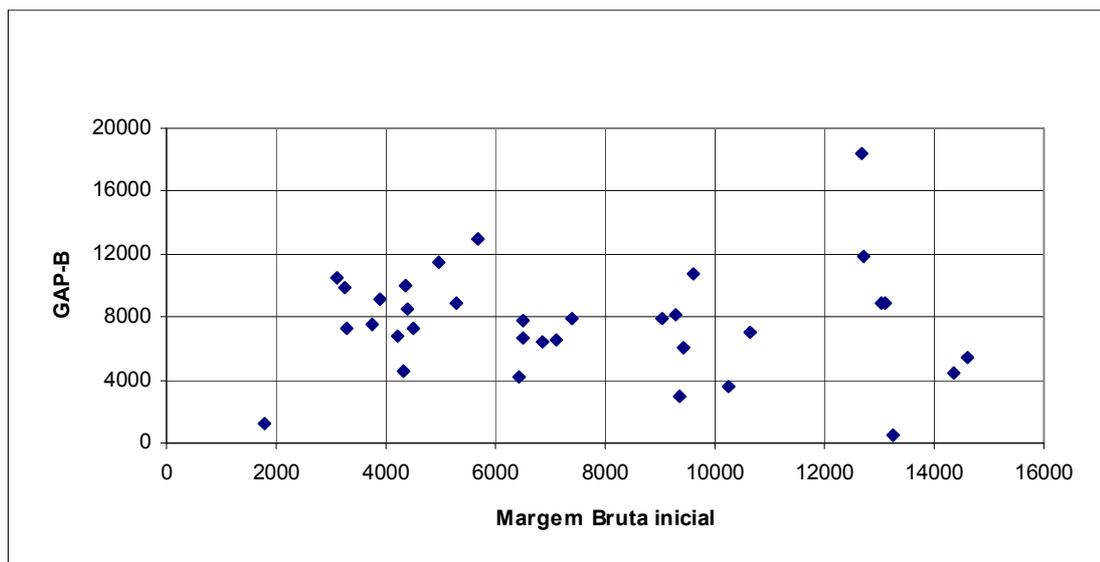


Figura 15 - Convergência absoluta potencial entre as empresas para o cenário de maximização da utilidade.

A primeira parte da Tabela 10 mostra a estimativa do valor de β para os Cenários A e B, quando nenhuma outra variável explicativa foi incluída no modelo. A estimativa do potencial de crescimento para o comportamento maximizador da Margem Bruta e da utilidade é positiva tanto para o primeiro cenário, $\beta=0,2050$ ($\sigma=0,1553$) com $R^2=0,0532$, como para o segundo cenário, $\beta=0,0111$ ($\sigma=0,9609$) com $R^2=0,0001$. Portanto, para os dois cenários, as empresas com menor Margem Bruta não têm um potencial de crescimento maior do que as de maior Margem Bruta na situação inicial e, assim, essas não convergem no sentido de β , ou seja, tem-se a β -divergência absoluta potencial.

Tabela 10 - Análise de convergência absoluta e condicional potencial, para o agregado das empresas estudadas, considerando-se o comportamento de maximização da Margem Bruta e da Utilidade*.

| Convergência | β_1 | β_2 | β_3 | β_4 | R^2 |
|---------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|--------|
| <u>Absoluta:</u> | | | | | |
| Cenário A | 0.2050 (0.1553) | | | | 0.0532 |
| Cenário B | 0.0111 (0.9609) | | | | 0.0001 |
| <u>Condicional:</u> | | | | | |
| Cenário A | -0.6817 (0.0576)** | -0.0704 (0.0652) | 1.2401 (0.0487)** | 0.5403 (0.0873)** | 0.9625 |
| Cenário B | -1.2041 (0.2465)** | -0.0928 (0.2793) | 1.4220 (0.2088)** | 0.9717 (0.3737)* | 0.6561 |

* Foram estimadas as seguintes regressões representadas nas equações (3.10.1) e (3.10.2), definidas anteriormente na seção 3.9. Assim sendo, nas quatro primeiras colunas de dados encontram-se as estimativas dos parâmetros, onde β_1 refere-se à variável situação atual da Margem Bruta, β_2 à área da Superfície Agrícola Útil (SAU), β_3 à presença física da Unidade de Trabalho Homem (UTH) e β_4 à

disponibilidade de capital de giro próprio ou de terceiros. Os valores entre parênteses representam o desvio padrão e na última coluna tem-se o valor do coeficiente de determinação (R^2).

*Estimativa do parâmetro diferente de zero, a um nível de significância de 5%.

**Estimativa do parâmetro diferente de zero, a um nível de significância de 1%.

A falta de convergência entre as empresas, considerando o comportamento de neutralidade ou de aversão ao risco, é um resultado interessante. A existência de β -divergência absoluta implica que o grau de desigualdade de renda não tende a desaparecer, ou melhor, tende a aumentar com o tempo. Isto sugere que as empresas com nível mais elevado de Margem Bruta tendem a ter uma melhor situação no futuro, caso eliminem suas *ineficiências*.

Entretanto, observando-se os resultados do teste t , na Tabela 10, realizado para o parâmetro β referente à hipótese de que este fosse igual a zero, não se pode afirmar com segurança sobre o tipo de convergência para os dois cenários a um nível de significância de 5%.

Nessa mesma Tabela 10 estão também os resultados das regressões utilizadas para testar a hipótese de que diferenças na disponibilidade dos fatores de produção entre as empresas podem explicar a existência da β -convergência condicional. A partir destes resultados, rejeita-se a hipótese de nulidade, $H_0: \beta_1 = 0$, a um nível de significância de 1%, tanto para o comportamento de maximização da Margem Bruta como da utilidade. Assim, permitindo-se os efeitos da disponibilidade de fatores, à medida que se aumenta o valor da Margem Bruta na situação atual em 1%, o valor do potencial de crescimento desta diminui de 0,68% e de 1,20%, respectivamente, para os Cenários A e B.

Os resultados mostrados na Tabela 10 revelam, de maneira clara, a relação de β -convergência condicional para os cenários A e B. Além disso, o coeficiente

de determinação, R^2 , mostrou-se alto, 0,9625, para o Cenário A e aceitável, 0,6561, para o Cenário B. Considerando-se o comportamento maximizador da Margem Bruta obteve-se, assim, um valor maior da variação dos dados explicada pela regressão, comparativamente ao observado para o comportamento maximizador da utilidade. Deve-se lembrar que a única diferença entre esses cenários se deve ao elemento *risco*,

O sinal associado a cada parâmetro estimado fornece um indicativo do comportamento dos fatores de produção em relação à medida do potencial de crescimento da Margem Bruta. Portanto, as estimativas apresentadas na Tabela 10 indicam uma relação direta com o potencial de crescimento da Margem Bruta para a disponibilidade de mão-de-obra e de capital de giro e uma relação inversa para o tamanho da Superfície Agrícola Útil (SAU).

O potencial de crescimento da Margem Bruta diminui aproximadamente 0,07% e 0,09%, para os cenários A e B, à medida que a área de SAU aumenta em 1%, mantendo-se constantes as outras variáveis. Estes resultados sugerem que o fator SAU não deve ser limitante, dados os coeficientes técnicos e econômicos das alternativas agropecuárias da região, para a melhoria da eficiência econômica das empresas analisadas.

A existência de β -convergência condicional entre empresas é consistente com a literatura sobre modelos neoclássicos de crescimento econômico. Xavier e Sala-i-Martin (1996) afirmam que a função de produção neoclássica, pela hipótese de diminuição de retorno do capital, prevê uma taxa de retorno maior quando o estoque de capital é menor. Assim sendo, caso a única diferença entre empresas seja seu nível inicial de capital, espera-se que aquelas com pouco capital cresçam mais rapidamente que aquelas com estoque de capital maior, o que implicaria a existência de β -convergência.

A Tabela 11 mostra as estimativas de β -convergência absoluta para os diferentes tipos de empresas, sendo que para os tipos Bovino e sem orientação técnica e econômica definida apresentaram relação positiva com a variável dependente para os cenários A e B. Resultados inversos foram obtidos pelos tipos Fumo estufa e Suínos ciclo completo. Entretanto, somente a estimativa de β para o tipo de empresa Fumo estufa no cenário A apresentou rejeição à hipótese de nulidade deste parâmetro, confirmando sua validade a 5% de significância. Para este tipo de empresa, o potencial de crescimento da Margem Bruta aumenta aproximadamente 0,03%, à medida que a magnitude da Margem Bruta na situação atual aumenta 1%.

Tabela 11 - Análise de convergência absoluta potencial, segundo os tipos de empresas, considerando-se o comportamento de maximização da Margem Bruta e da Utilidade das 33 empresas estudadas.

| Maximização Tipo de empresa | Margem Bruta | | Utilidade | |
|------------------------------------|---------------------|--------|---------------------|--------|
| | β | R^2 | β | R^2 |
| Bovino | 0.3126 (0,2293) | 0.1979 | 0.3104 (0,2065) | 0.1588 |
| Fumo estufa | -1.9772 (0.7308) | 0.5111 | -0.6373 (0.4253) | 0.1777 |
| Suínos ciclo completo | -0.3651 (0.2761) | 0.3682 | -0.1888 (0.1859) | 0.3846 |
| Sem orientação técnica e econômica | 0.6936 (0.6515) | 0.3651 | 0.2461 (0.6600) | 0.7340 |

*Estimativa do parâmetro diferente de zero, a um nível de significância de 5%.

As estimativas dos parâmetros para análise de convergência condicional potencial, considerando-se os tipos de empresas por atividade principal, podem ser visualizados na Tabela 12. Devido ao pequeno número de observações para os tipos de empresas Suínos ciclo completo e sem orientação técnica e econômica definida, a análise

para a convergência condicional ficou prejudicada. Entretanto, para os tipos de empresa Bovino e Fumo estufa, registraram-se estimativas negativas para o parâmetro β_1 , implicando na β -convergência condicional potencial. Assim sendo, a hipótese de nulidade foi rejeitada em níveis inferiores a 5%, confirmando a validade destes parâmetros para os Cenários A e B.

Tabela 12 - Análise de convergência condicional potencial, segundo os grupos de empresas por atividade principal, considerando-se o comportamento de maximização da Margem Bruta e da Utilidade das 33 empresas estudadas.

| Grupos de Empresas por atividade principal | β_1 | β_2 | β_3 | β_4 | R^2 |
|--|----------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------|
| <u>Cenário A:</u> | | | | | |
| Bovino | -0.6228 (0.1051)* | -0.2131 (0.1105) | 1.2721 (0.0921) | 0.5509 (0.1789) | 0.9773 |
| Fumo estufa | -0.8829 (0.2398)* | -0.1379 (0.1731) | 1.2363 (0.1798) | 0.5914 (0.4129) | 0.9573 |
| <u>Cenário B:</u> | | | | | |
| Bovino | -0.5005 (0.1546)* | -0.3914 (0.1625) | 1.4887 (0.1353) | 0.3563 (0.2631) | 0.9588 |
| Fumo estufa | -2.8835 (0.8138)* | -1.0711 (0.5876) | 2.0411 (0.6101) | 2.2304 (1.4012) | 0.8925 |

*Estimativa do parâmetro diferente de zero, a um nível de significância de 5%.

As estimativas para os tipos de empresa Bovino e Fumo estufa indicam ainda que o potencial de crescimento da Margem Bruta aumenta, respectivamente, 0,62% e 0,88%, para o cenário A, e 0,50% e 0,88%, para o cenário B, à medida que a magnitude da Margem Bruta na situação atual aumenta 1%. Assim sendo, os resultados sugerem a diminuição do grau de desigualdades entre as empresas do tipo Bovino e Fumo estufa, havendo a diminuição das “ineficiências”.

Os resultados encontrados para análise de convergência absoluta não rejeitam a hipótese de nulidade para o parâmetro β , sendo que a possibilidade de erro foi de 19,64% e 96,09%, respectivamente, para a maximização da Margem Bruta e da utilidade. Assim sendo, não se confirma a validade do parâmetro β e a equação de regressão estimada deixa de ter validade na explicação do fenômeno da convergência entre as empresas.

O principal resultado da análise de convergência absoluta para o agregado de empresas é, portanto, de que não se pode concluir com precisão o tipo de convergência absoluta potencial a que está sujeito esse grupo de empresas. A análise de convergência condicional para o agregado das empresas mostrou a estimativa do parâmetro β como sendo significativa a 1%, o que implica um maior potencial de crescimento da Margem Bruta para aquelas empresas que apresentaram na situação atual uma menor magnitude para este indicador. Portanto, permitindo-se os efeitos da disponibilidade de fatores, verificou-se que pode ocorrer a relação de β -convergência condicional.

4.5 Convergência sob o enfoque do Modelo de Difusão

Para Bordenave (1976), produtores que são proprietários de empresas maiores, que possuem *status* socioeconômico mais alto e têm maiores possibilidades de comunicação, são mais inovadores e adotadores de novas tecnologias agrícolas. Estes proprietários, com mais terras, mais dinheiro e mais conhecimento, podem facilmente obter crédito, melhores informações e outros insumos para adotar inovações técnicas. Confrontando-se com os resultados obtidos da análise de convergência condicional confirma-se parcialmente esta idéia, uma vez que o fator terra não se mostrou, ao nível de significância de 5%, como influenciador do potencial de crescimento da Margem Bruta das empresas estudadas.

Há uma tendência em se prover assistência especialmente para os inovadores, mais ricos, educados e clientes que procuram informações. Segundo Rogers (1983), esta progressiva estratégia de difusão conduz ao crescimento com menos equidade. Trabalhos de desenvolvimento agrícola seguem esta progressiva estratégia voltada ao cliente porque não podem alcançar a todos e, assim, se concentram naqueles que mais respondem. Portanto, indivíduos que têm mais recursos usualmente se beneficiam mais das inovações.

Os resultados da análise de convergência condicional revelam, de maneira clara, a possibilidade da existência de β -convergência condicional caso estas empresas tenham o *conhecimento perfeito* dos padrões tecnológicos das alternativas de produção e da combinação ótima destes para a sua disponibilidade de fatores. Assim sendo, estes resultados sugerem a possibilidade da ocorrência de β -convergência condicional desde que haja uma estratégia de difusão homogênea para todos os produtores, uma mesma capacidade administrativa e uma função utilidade somente com dois elementos (retorno e risco).

Os resultados revelam também uma relação de σ -divergência potencial, uma vez que o desvio padrão da Margem Bruta apresentou magnitude superior ao obtido na situação atual ($\sigma=3719$), tanto para o comportamento maximizador da Margem Bruta ($\sigma=6522$) como da utilidade ($\sigma=5096$), conforme mostra a Tabela 13 no Anexo E. Estes resultados confirmam que a β -convergência, embora necessária, não é uma condição suficiente para a σ -convergência potencial entre as empresas. A σ e β -convergência podem não ocorrerem conjuntamente, uma vez que tratam de dois diferentes aspectos, ou seja, a primeira relata o comportamento da distribuição de renda com o tempo, enquanto que a segunda relata a mobilidade da renda das empresas ao longo do tempo. A representação destas relações foram mostradas no gráfico (d) da Figura 8.

Alguns trabalhos desenvolvidos exploram esses aspectos. Hoffmann (1992), por exemplo, considerando 157 microregiões do Brasil no período de 1975-80, afirma que o rendimento médio na agricultura está fortemente associado ao grau de modernização, medido pela intensidade de exploração da terra e pela relação capital/trabalho. Conclui também que a desigualdade da distribuição de renda na agricultura tende a crescer com o rendimento médio. Existe, portanto, uma relação indireta positiva entre modernização e desigualdade (a respeito destas conclusões ver Hoffmann e Kageyama, 1985, e Hoffmann et al., 1985).

Mas a difusão de inovações tem necessariamente ampliado o “gap” socioeconômico? Rogers (1983) cita dois grandes experimentos feitos em nações em desenvolvimento, analisados por Shingi e Mody (1976) na Índia, e Röling et al. (1976) no Quênia, constatando que o “gap” socioeconômico se estreitou em vez de se ampliar.

Shingi e Mody (1976) analisam uma série de programas de televisão sobre agricultura. Objetivaram determinar os 21 principais itens de informações relacionadas a inovações sobre o plantio do trigo e da batata. Os programas de televisão passaram então a ser projetados para prestar informações úteis à maioria dos pequenos fazendeiros da Índia, e talvez redundantes para os maiores produtores.

No outro experimento, Röling et al. (1976) selecionam 308 produtores do Quênia que não tinham adotado a semente de milho híbrido. Esta inovação, que já havia sido introduzida na comunidade há nove anos, foi bem aceita por uma pequena parcela de produtores. Entretanto, para esses 308 produtores foram formulados convites para a participação de uma série de cursos e treinamento sobre uso de fertilizantes químicos e de semente híbrida. Ofertou-se ainda crédito agrícola para facilitar a adoção da inovação, tendo resultado a adoção por parte de 90% daqueles produtores.

Renkow (1993) pesquisa o impacto potencial sobre a distribuição de renda do uso de tecnologia para o trigo no Paquistão. Utiliza um modelo para simular o efeito-renda dos diferentes padrões de difusão regionais destas tecnologias. Os resultados indicam que a alocação tradicional da pesquisa sobre trigo, para melhorar a produtividade do setor irrigado do Paquistão, continua sendo uma estratégia razoável. Dadas as tecnologias avaliadas, de acordo com Renkow (1993), parece não existir conflito entre os objetivos de melhorar a produtividade agrícola e de aumentar a igualdade na distribuição de renda. Considerando os resultados obtidos como sendo específicos para o Paquistão, o autor lembra que o impacto regional potencial do uso de tecnologias agrícolas sobre a produtividade, a intensidade dos fatores daquelas tecnologias, assim como a própria geografia humana e dos recursos agrônômicos variam, naturalmente, de país para país.

Nestes experimentos introduziram-se inovações apropriadas para clientes socioeconomicamente inferiores, via um tipo de programa especial de desenvolvimento. Assim, é possível um desenvolvimento mais homogêneo através de uma estratégia de difusão apropriada, mesmo num cenário de desigualdade. Entretanto, apesar dos resultados deste estudo revelarem a existência de β -convergência potencial desde que haja uma estratégia de difusão homogênea para todos os produtores, uma mesma capacidade administrativa e uma função utilidade envolvendo apenas dois elementos (retorno e risco), é possível que estas empresas, ainda assim, venham a apresentar uma relação de σ -divergência potencial.

4.6 Contribuições do Estudo, Limitações e Sugestões para Pesquisas Futuras

A tomada de decisão sob condições de incerteza tem várias implicações sobre o comportamento da empresa competitiva e sobre a definição de políticas. A aleatoriedade dos preços (risco de mercado) e o processo de produção estocástico (risco de produção) são comumente identificados como as principais fontes para produzir

incerteza. De acordo com Hassan & Hallam (1990), a literatura econômica apresenta vários estudos sobre o impacto do risco de mercado na oferta de produtos e na demanda de fatores, mostrando o surgimento de várias instituições trabalhando nessa área de risco (por exemplo, seguradoras, “hedging” e mercados futuros). Entretanto, segundo estes autores, pouca atenção tem sido dada para a incerteza na produção, apesar de suas implicações comportamentais e de política.

Profissionais de pesquisa e órgãos de extensão e de assistência técnica, devido à sua formação departamentalizada, tendem a comparar as novas tecnologias com as tecnologias atuais, separadamente ou em pares. De acordo com Dillon (1975), a abordagem básica mais adequada é avaliar tecnologias dentro do contexto do estabelecimento agrícola como um todo, de modo a levar em conta considerações do tipo portfólio, pertinentes à decisão quanto à combinação de tecnologias a ser usada no plano agrícola ao nível de estabelecimento.

De acordo com Peres (1984), Ali et al. (1992) e Wang et al. (1996), na análise da economicidade de um novo *mix* de atividades ou da introdução de uma nova tecnologia, os preços relevantes são os preços-sombra, os quais refletem a relativa escassez dos fatores de produção dentro do sistema produtivo da empresa. Precisa-se conhecer os preços-sombra dos fatores de produção em cada contexto, para melhor orientar a pesquisa agrônômica, as políticas agrícolas e os produtores em geral. As empresas familiares tomam suas decisões, provavelmente, sobre o uso de insumos e níveis de produtos, baseando-se nos preços-sombra ao invés dos preços de mercado. Alguns insumos são obtidos na própria empresa (por exemplo, o trabalho familiar), para os quais o custo de oportunidade é muito baixo. Os produtores precisam de instrumentos analíticos adequados à avaliação de níveis eficientes de produção que lhes permitam estimar os efeitos econômicos da adoção de um novo *mix* de atividades ou de tecnologias, tanto em termos de renda como de variabilidade. O instrumental utilizado

neste estudo (MOTAD), é uma abordagem básica e simples para avaliar níveis “ótimos” de produção associados a diferentes níveis de risco.

Peres (1976) encontrou significativa melhora no uso do modelo E-V sobre a solução de Programação Linear para explicar a combinação de atividades de duas empresas representativas da região de Ribeirão Preto (SP). As empresas, ainda assim, operavam num ponto abaixo de sua fronteira. As justificativas apresentadas foram as de que nem todas as características comportamentais do produtor foram avaliadas e que o modelo não teria incorporado algumas informações relevantes. Analisando-se os resultados das empresas da região de Tubarão (SC), de maneira semelhante, os pontos da situação atual localizaram-se abaixo da fronteira. Entretanto, assume-se como explicação para tais resultados o fato destas empresas operarem numa combinação de produtos e de padrões *ineficientes*, uma vez que se espera diferentes habilidades dos produtores para escolherem seu ponto ótimo, dado o nível de risco que estão dispostos a suportar, sua disponibilidade de recursos e as alternativas existentes.

Uma vez identificado o ponto *ótimo* poder-se-ia proceder a análise de sensibilidade para cada uma das empresas. Os preços-sombra, para o modelo empírico formulado, indicam a razão entre as variações de risco incorridas (variações do Desvio Absoluto) e variações na restrição (variações em b_i). Assim sendo, pode-se avaliar o risco adicional que o empresário precisaria incorrer se quisesse, por exemplo, aumentar em uma unidade o número de vacas leiteiras ou a disponibilidade de capital de giro de sua empresa. Apesar da sua importância para a tomada de decisão, análises de sensibilidade vão além do propósito deste estudo.

O procedimento utilizado para estimar ϕ apresenta duas limitações importantes. Primeiramente, existe a possibilidade real do ϕ estar viesado pela adoção do critério da distância euclidiana e pela natureza ou má especificação do modelo. Segundo, pelo menos para a atividade Fumo estufa, as empresas da Região de Tubarão

(SC) contam com a instituição seguradora AFUBRA, permitindo que os produtores façam o seguro parcial das perdas físicas obtidas com esta atividade. Portanto, se os produtores têm acesso a instituições seguradoras, suas decisões de planejamento da empresa podem não refletir sua real preferência ao risco. O valor médio obtido ($\phi=1,78$) foi relativamente alto, conforme mostram os resultados apresentados na Tabela 9 para o grupo de empresas com atividade principal Fumo estufa. A princípio, poder-se-ia suspeitar que o atual acesso às instituições seguradoras tenha tido pouco efeito sobre a estimativa de ϕ para este grupo de empresas.

Estratégias de produção visando promover mudanças na eficiência econômica, no emprego ou oferta de alimentos, podem levar a resultados desastrosos se o tomador de decisão ignorar o efeito do risco de mercado e do processo produtivo. Em relação ao risco da produção, o produtor pode afetar a variabilidade do rendimento e a distribuição dos retornos pela escolha de insumos de uma atividade ou pela combinação de atividades. Assim sendo, estratégias de produção utilizadas para administrar o risco na agricultura, tais como fertilização, rotação de culturas, controle de pragas e de doenças, com frequência têm um efeito estocástico sobre a produção da empresa. Embora a diversificação de atividades possa reduzir o risco de mercado, seu impacto sobre a variabilidade de uma determinada atividade pode ser desfavorável. Diminui-se o risco de mercado mas pode-se aumentar o risco da produção. Incorporar o efeito do risco estocástico de produção ao modelo de decisão pode explicar a taxa diferenciada da adoção de métodos de cultivo e de tecnologias de produção pelos produtores e contribuir para o diagnóstico das barreiras à mudança tecnológica da agricultura.

Em termos de implicações políticas, é provavelmente mais importante saber o que causa a *ineficiência* ou com quais variáveis esteja relacionada, que simplesmente quantificá-la. O emprego do MOTAD não permite que se decomponha a eficiência econômica em eficiência técnica, alocativa e de escala. Entretanto, pode-se

investigar as relações entre a eficiência econômica e as possíveis variáveis com as quais esteja relacionada, utilizando-se por exemplo de uma simples análise de regressão.

Uma crítica comum feita aos modelos de fronteira é o uso de dados *cross-section* de um único ano agrícola. O MOTAD ameniza este problema, de certa forma, ao considerar uma série histórica de sete anos agrícolas para definir a esperança dos padrões de Margem Bruta das atividades de produção. Entretanto, o grau de eficiência econômica medido pelo modelo empírico proposto (MOTAD) é muito sensível à qualidade da informação sobre a disponibilidade de fatores, sobre os coeficientes da função objetivo e sobre os coeficientes técnicos das empresas. De nada adianta desenvolver-se instrumentais e modelos, que incorporam ou não o risco em sua estrutura, se paralelamente não se desenvolva adequadamente a coleta dos dados que serão passíveis a processamento.

Os resultados estatísticos das evidências empíricas sobre a convergência absoluta implicam que pouco pode ser inferido sobre o comportamento do produtor, a partir de uma análise estática da produção, em termos do tipo de convergência potencial esperada entre empresas. Ao contrário, quando permite-se o efeito da disponibilidade dos fatores de produção, observou-se a ocorrência da β -convergência condicional potencial. Contudo, independente do tipo de convergência esperada, o processo de crescimento e mudança a nível micro, e sua relação com a diminuição das “ineficiências” das empresas agrícolas, deve ser constantemente investigado e monitorado.

5. CONCLUSÕES

As regiões agrícolas do Estado de Santa Catarina, caracteristicamente, oferecem um razoável *mix* de alternativas potenciais, competindo por recursos. Dispondo-se de padrões de desempenho técnico-econômico das atividades potenciais da região e de informações da disponibilidade individual de recursos das empresas, o modelo MOTAD parece ser uma abordagem básica e adequada, uma vez que permite que se avalie esses diferentes padrões levando-se em conta considerações do tipo *portfólio* pertinentes à tomada de decisão. As principais características do MOTAD e que o distinguem, de certa forma, de outros modelos de fronteira são as seguintes: trata diretamente o problema econômico ao longo da fronteira, que pode ser construída no espaço bidimensional retorno-risco; e gera uma fronteira de eficiência econômica individual. Para este modelo, a geração da fronteira de eficiência sob condições de risco pode ser feita através de software diversos, tais como o GAMS, resultando em vantagens operacionais e de tempo.

Conceberam-se dois cenários como referenciais para a análise da eficiência e da convergência econômica entre uma amostra de empresas agrícolas da região sul catarinense. No cenário A, ignorou-se o comportamento de aversão ao risco do produtor, ou seja, o coeficiente de aversão ao risco $\phi=0$, sendo a solução *ótima* obtida através da maximização da esperança da Margem Bruta.

No cenário B, considerou-se que o segundo momento da distribuição da Margem Bruta afeta a decisão do produtor, ou seja, o coeficiente de aversão ao risco é positivo ($\phi > 0$), sendo a solução de equilíbrio obtida a partir da maximização da utilidade esperada.

Para identificar o ponto *ótimo* ao longo da fronteira de eficiência para esses dois cenários, assumiu-se as seguintes hipóteses: a) o retorno é uma função monotonamente decrescente com o risco; b) a função utilidade tem somente dois argumentos: a média e o desvio absoluto da Margem Bruta; c) os produtores buscam operar sobre a fronteira de eficiência no ponto de menor distância em relação à sua situação atual de retorno e risco, desde que conheçam a função de densidade de probabilidade dos valores futuros das Margens Brutas da cada atividade com potencial para entrar no plano. Esta última hipótese justifica, em parte, a existência de ineficiências econômicas, uma vez que o conhecimento não é perfeito.

O principal resultado da análise de eficiência econômica é a existência de um potencial médio de crescimento da Margem Bruta de 49,90% e 62,59%, quando o produtor adotar, respectivamente, o plano de máxima utilidade e de máximo retorno, dada a disponibilidade de recursos, os padrões técnicos e econômicos das alternativas de produção e o nível de risco que deseja suportar.

Alterando-se o ponto *ótimo* de maximização do retorno para o de maximização da utilidade, obteve-se uma redução média proporcionalmente maior do Desvio Absoluto em relação à variação obtida com a Margem Bruta. A estimativa média do coeficiente de aversão ao risco foi de $\phi = 1,47$ e, dada a sua distribuição diversa, este não é necessariamente bem representado por um valor médio. Os resultados da análise de eficiência implicam, dados os padrões técnicos e econômicos da região, a promoção de significativa melhora dos resultados de Margem Bruta obtidos atualmente para os dois cenários definidos.

Os resultados mostraram também, considerando-se o comportamento de neutralidade ao risco ou de aversão ao risco, a existência de β -divergência absoluta potencial, implicando que o grau de desigualdade da Margem Bruta não tende a desaparecer e, sim, tende a aumentar com o tempo. Já para o comportamento de aversão ao risco, os resultados sugerem β -convergência potencial, desde que haja uma diminuição das ineficiências. Para os dois cenários anteriores, entretanto, os resultados encontrados não rejeitam a hipótese de nulidade para o parâmetro β . Assim sendo, o principal resultado da análise de convergência absoluta diz respeito ao fato de não se poder concluir com certeza sobre o tipo de convergência potencial a que está sujeito esse grupo de empresas.

Os resultados da convergência condicional revelaram, permitindo-se os efeitos da disponibilidade de fatores físicos de produção, que à medida que se aumenta o valor da Margem Bruta na situação atual em 1%, o valor do potencial de crescimento desta diminui de aproximadamente 0,68% e 1,20%, respectivamente, para o comportamento de maximização da Margem Bruta e da utilidade. As estimativas do parâmetro β foram significativas, tanto para o comportamento de neutralidade como de aversão ao risco, confirmando-se a existência de uma relação de β -convergência condicional potencial para o agregado destas empresas. Assim sendo, esta análise revela que as empresas com menor valor de Margem Bruta na situação atual têm um potencial médio de crescimento maior que as demais, quando considera-se os efeitos da disponibilidade de fatores físicos de produção no modelo para testar a hipótese de convergência.

O grau de eficiência econômica medido pelo MOTAD é muito sensível à qualidade da informação sobre a disponibilidade de fatores, sobre os coeficientes da função objetivo e sobre os coeficientes técnicos das empresas. Além disso, a eficiência econômica de empresas agrícolas não depende somente da disponibilidade de fatores

físicos da produção e da variabilidade da Margem Bruta, tal como modelado. Existe um conjunto de fatores socioeconômicos e culturais que afetam o produtor e a administração destas empresas e, indiretamente, os seus resultados técnicos e econômicos. Assim sendo, na análise de eficiência entre empresas deve-se incluir também tais fatores socioeconômicos e culturais, que são complementos para a explicação dessas ineficiências econômicas e de suas variações.

As principais limitações deste estudo referem-se também ao baixo número de observações (33 empresas), a utilização de dados *cross-section* e a pressuposição sobre a forma explícita da função utilidade dos produtores, com somente dois argumentos (média e desvio absoluto), visando-se a determinação do ponto de equilíbrio para os dois cenários definidos anteriormente. Com relação ao modelo MOTAD, pode-se agregar as seguintes limitações: 1) pressuposição de simetria em relação à probabilidade de ocorrência das Margens Brutas; 2) escolha arbitrária do Desvio Absoluto com relação à média como *proxy* para risco; e 3) analisa o risco somente do lado da Margem Bruta, desconsiderando-se, por exemplo, as flutuações nos custos dos insumos e na oferta de recursos.

A contribuição deste trabalho justifica-se não somente pelas informações e análises possíveis de serem feitas, mas também, por adaptar e desenvolver um instrumental possível de aplicação para as demais regiões do Estado de Santa Catarina. Especialmente para a região sul catarinense, sugere-se a ampliação da matriz das alternativas de produção que, segundo a EPAGRI (1996), conta com 32 atividades agropecuárias acompanhadas, em função da faixa da área e do número de matrizes, o que representaria uma matriz com 96 padrões técnicos e econômicos. Necessita-se, entretanto, estudar essas alternativas em termos da disponibilidade dos coeficientes técnicos e econômicos ao longo de séries históricas abrangentes.

Recomenda-se também que em estudos futuros incorporem-se os investimentos necessários para algumas atividades da região, tais como suinocultura, bovinocultura e fuminocultura. É fundamental que essa questão dos investimentos adicionais seja melhor tratada na modelagem, uma vez que eles podem explicar e interferir na definição da fronteira de eficiência e nos resultados decorrentes.

Finalmente, sugere-se considerar na definição do valor da Margem Bruta da situação atual uma ponderação desta variável pelo seu desvio padrão. Objetivar-se-ia assim a possibilidade de ocorrência do valor desta variável numa determinada região, ao invés de localizar-se num ponto fixo do espaço retorno-risco. Este procedimento não afetaria a fronteira de eficiência econômica individual, entretanto poderia alterar a localização do ponto de maximização da utilidade e da situação atual.

Anexo A

CONTAGRI¹

O CONTAGRI é um sistema computadorizado, para análise técnica-contábil-econômica de dados de estabelecimentos agrícolas. Permite análise individual e grupal de propriedades. Este “software” teve início em 1988, num trabalho conjunto entre a EPAGRI S.A. e a empresa Pollux Informática de Porto Alegre. A partir das informações geradas pelo CONTAGRI são estabelecidas referências para o aconselhamento técnico e gerencial às empresas pertencentes ao “grupo de gestão” e às demais empresas que possuem sistemas de produção semelhantes aos dos grupos estudados.

Referências Técnicas

O sistema original foi desenvolvido em “Dialog Plus”. Em 1993 foi convertido para “Clipper 5.01”. O sistema é destinado a monousuários, exigindo a seguinte configuração: a) 1 drive de 360 KB, 640 KB de memória RAM; b) monitor CGA, EGA ou VGA (color ou mono); c) impressora matricial, preferencialmente, de 132 colunas; d) sistema operacional DOS 3.30 ou superior.

O período de análise dos dados compreende um ano agrícola (01 de julho a 30 de junho). Os resultados podem ser obtidos em valores nominais, valores atualizados pelo IGP.di ou em outras moedas como Dólar ou Marco. O sistema calcula o lucro ou prejuízo do empreendimento, através de caminhos diferentes, o que garante maior confiabilidade nos resultados obtidos. O CONTAGRI armazena mais de 250 índices, referentes ao sistema de produção e atividades desenvolvidas pelas empresas em arquivos de dados, os quais são convertidos em arquivos possíveis de serem lidos por planilhas eletrônicas (Lotus, Supercalc e outras).

¹ A descrição a respeito do CONTAGRI baseia-se no trabalho de Suski et. al. (1992).

Os grupos podem ser constituídos por “n” empresas. O CONTAGRI executa classificação dos grupos em função da origem da Renda Bruta Total. Os critérios adotados são os seguintes: a) Grupos com uma atividade predominante - quando mais de 60% da Renda Bruta Total provém de apenas uma atividade; b) Grupos com duas atividades predominantes - quando duas atividades combinadas correspondem a 75% ou mais da Renda Bruta Total e nenhuma delas representar, isoladamente, menos de 30%; c) Grupos com três atividades predominantes - quando três atividades combinadas totalizarem mais de 80% da Renda Bruta Total e nenhuma delas representar, isoladamente, menos de 20%; d) Grupos sem orientação técnica-econômica definida - quando o grupo não se enquadrar em nenhum dos três tipos anteriores.

Os principais relatórios emitidos pelo CONTAGRI são os seguintes:

a) Resultados Técnico Econômico de cada empresa; b) Resultados de Análises de Grupo.

É capaz ainda fazer as seguintes atividades:

- armazenar em moeda nominal os dados técnicos e financeiros individuais de um conjunto de propriedades rurais concernentes a um período de 12 meses;

- calcular os resultados das contabilidades individuais em moeda nominal, moeda real (usando IGP-di da FGV), ou em moeda estrangeira;

- proceder a análise comparativa de grupo de propriedades. Esta análise é concernente ao sistema de produção como um todo ou às atividades individualmente;

- tipificar os grupos de empresas analisados em função da Renda Bruta Total;

- obter referências de administração rural.

Anexo B

Margem Bruta e Desvio Absoluto Esperados para o ano de 1995 através do GAMS

- Empresa P183026 -

\$OFFSYMLIST OFFSYMXREF

SETS

J alternativas /FumoA, FumoB, FumoC, BoviAII, BoviBII, BoviCII, MilhoA, MilhoB, MilhoC, SuinoA, SuinoB, SuinoC, FeijSA, FeijSB, FeijSC, PeixeA, PeixeB, PeixeC, FeijAA, FeijAB, FeijAC, Horta, CCG/

I restricoes /RFumoA, RFumoB, RFumoC, RBoviAII, RBoviBII, RBoviCII, RMilhoA, RMilhoB, RMilhoC, RSuinoA, RSuinoB, RSuinoC, RFeijSA, RFeijSB, RFeijSC, RPeixeA, RPeixeB, RPeixeC, RFeijAA, RFeijAB, RFeijAC, RHorta, RCCG/

H desvios /89 * 95/;

PARAMETER

b(I) AVAILABILITY OF INPUTS

| | |
|----------|-------|
| /RFumoA | 0 |
| RFumoB | 0 |
| RFumoC | 0 |
| RBoviAII | 0 |
| RBoviBII | 25.80 |
| RBoviCII | 0 |
| RMilhoA | 0 |
| RMilhoB | 0 |
| RMilhoC | 3 |
| RSuinoA | 6.33 |
| RSuinoB | 0 |
| RSuinoC | 0 |
| RFeijSA | 0 |
| RFeijSB | 0 |
| RFeijSC | 0 |
| RPeixeA | 1.20 |
| RPeixeB | 0 |
| RPeixeC | 0 |
| RFeijAA | 0 |
| RFeijAB | 0 |
| RFeijAC | 0 |
| Rhorta | 0.2 |
| RCCG | 0/ ; |

TABLE a(J,I) Combinação de Atividades da Empresa P183026 no ano 1995.

| | RFumoA | RFumoB | RFumoC | RBoviAII | RBoviBII | RBoviCII..... | RHorta |
|---------|--------|--------|--------|----------|----------|---------------|--------|
| RCCG | | | | | | | |
| FumoA | 1 | | | | | | |
| FumoB | | 1 | | | | | |
| FumoC | | | 1 | | | | |
| BoviAII | | | | 1 | | | |
| BoviBII | | | | | 1 | | |
| BoviCII | | | | | | 1 | |
| | | | | | | | |
| Horta | | | | | | | 1 |
| CCG | | | | | | | |
| | | | | | | | 1; |

TABLE r(J,H) Margem Bruta das Atividades para o Período de 1989 a 1995².

PARAMETER MBA(J) Média da Margem Bruta das Atividades;

$$MBA(J) = \text{SUM}(H, r(J,H)) / (\text{CARD}(H)) ;$$

DISPLAY MBA;

PARAMETER d (J,H) Desvios da Margem Bruta Média;

$$d (J,H) = r (J,H) - MBA(J) ;$$

DISPLAY d ;

SCALAR PI Margem Bruta Total Esperada da Empresa /9999999/ ;

VARIABLES

SAD Soma dos Desvios da Margem Bruta Média

X(J) Alternativas

² A Tabela 4 deve ser inserida abaixo desta linha que especifica a Margem Bruta das atividades para o período de 1989 a 1995

Y(H) Coeficientes do Período de Tempo;
 POSITIVE VARIABLE X, Y ;

EQUATIONS

DESVIOS Função Objetivo
 RESTRI(I) Restrições de Recursos
 ANO(H) Restrições dos Desvios Negativos
 RETORNO Margem Bruta Total da Empresa Esperada ;

DESVIOS.. $\text{SUM}(H, Y(H)) = E = \text{SAD};$
 RESTRI (I).. $\text{SUM}(J, a(J,I)*X(J)) = E = b(I);$
 ANO (H).. $\text{SUM}(J, d(J,H)*X(J)) + Y(H) = G = 0;$
 RETORNO.. $\text{PI} = G = \text{SUM}(J, \text{MBA}(J)*X(J));$

MODEL MOTADGMS /ALL/;

SOLVE MOTADGMS USING LP MINIMIZING SAD ;
 DISPLAY X.L, Y.L, SAD.L ;

Anexo C

Maximização da Margem Bruta Esperada para a Empresa P183026 através do GAMS.

\$OFFSYMLIST OFFSYMXREF

SETS

J alternativas /FumoA, FumoB, FumoC, BoviAII, BoviBII, BoviCII, BoviAIII, BoviBIII, BoviCIII, MilhoA, MilhoB, MilhoC, SuinoA, SuinoB, SuinoC, FeijSA, FeijSB, FeijSC, PeixeA, PeixeB, PeixeC, FeijAA, FeijAB, FeijAC, Horta, CCG/

I restricoes /T1, T2, T3, QL, MP, M1, M2, M3, M4, M5, M6, CG, CC, FF /

PARAMETERS b(I) Disponibilidades de Fatores - RHS

| | |
|------|----------|
| / T1 | 12.8 |
| T2 | 19.20 |
| T3 | 12.8 |
| QL | 0.2 |
| MP | 2.5 |
| M1 | 210 |
| M2 | 210 |
| M3 | 210 |
| M4 | 210 |
| M5 | 210 |
| M6 | 210 |
| CG | 16778.88 |
| CC | 22116.16 |
| FF | 0.0 / ; |

PARAMETERS R(J) Margem Bruta das Atividades

| | |
|----------|---------|
| /FumoA | 3011.78 |
| FumoB | 2293.07 |
| FumoC | 1503.50 |
| BoviAII | 341.03 |
| BoviBII | 139.04 |
| BoviCII | 22.97 |
| BoviAIII | 341.03 |
| BoviBIII | 139.04 |
| BoviCIII | 22.97 |
| MilhoA | 539.77 |
| MilhoB | 319.40 |
| MilhoC | 173.63 |
| SuinoA | 576.04 |

| | |
|-------------------------|----------|
| SuinoB | 390.63 |
| Continuação do Programa | |
| SuinoC | 45.74 |
| FeijSA | 465.63 |
| FeijSB | 370.12 |
| FeijSC | 280.59 |
| PeixeA | 1452.36 |
| PeixeB | 848.38 |
| PeixeC | 423.11 |
| FeijAA | 466.23 |
| FeijAB | 321.61 |
| FeijAC | 175.88 |
| Horta | 511 |
| CCG | -0.18 /; |

TABLE a(J,I) Matriz dos Coeficientes Técnicos e Restrições das Atividades³

VARIABLES

X(J) Nível das Atividades

PI Retorno

POSITIVE VARIABLE X ;

EQUATIONS

RETORNO Função Objetivo

RESTRI(I) Restrições de Recursos ;

MODEL MOTADGMS /ALL/;

OPTION LIMROW=0;

OPTION LIMCOL=0;

X.LO("HORTA") = 0.2 ;

RESTRI (I).. SUM(J, a(J,I)*X(J))=L=b(I);

RETORNO.. PI=E=SUM(J, R(J)*X(J));

SOLVE MOTADGMS USING LP MAXIMIZING PI ;

³ Abaixo desta linha deve-se anexar a matriz a(J,I), tal como apresentada na tabela 5.

Geração de Pontos na Fronteira de Eficiência através do GAMS

\$OFFSYMLIST OFFSYMREF

SETS

J alternativas /FumoA, FumoB, FumoC, BoviAII, BoviBII,.BoviCII, BoviAIII, BoviBIII,
BoviCIII, MilhoA,.MilhoB, MilhoC, SuinoA, SuinoB, SuinoC, FeijSA,.FeijSB, FeijSC,
PeixeA, PeixeB, PeixeC, FeijAA, FeijAB, FeijAC, Horta, CCG/

I restricoes /T1, T2, T3, QL, MP, M1, M2, M3, M4, M5, M6, CG, CC, FF/

K loop / 1*26/

H desvios /89 * 95/;

PARAMETERS

b(I)

/T1 12.8

T2 19.20

T3 12.8

QL 0.2

MP 2.5

M1 210

M2 210

M3 210

M4 210

M5 210

M6 210

CG 16778.88

CC 22116.16

FF 0.0 /;

TABLE a(J,I) Matriz de coeficientes técnicos e restrições das atividades.

| Atividade | T1 | T2 | T3 | QL | MP | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | CG | CC | FF |
|-----------|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|----|-----|---------|----|----|
| FumoA | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 26 | 40 | 40 | 16 | 3 | 877.75 | 0 | -1 |
| FumoB | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 26 | 40 | 40 | 16 | 3 | 870.11 | 0 | -1 |
| FumoC | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 26 | 40 | 40 | 16 | 3 | 998.54 | 0 | -1 |
| BoviAII | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 4 | 5.8 | 77.79 | 0 | 0 |
| BoviBII | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 4 | 5.8 | 84.20 | 0 | 0 |
| BoviCII | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 4 | 5.8 | 83.18 | 0 | 0 |
| BoviAIII | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 8 | 77.79 | 0 | 0 |
| BoviBIII | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 6 | 84.20 | 0 | 0 |
| BoviCIII | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 83.18 | 0 | 0 |
| MilhoA | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 7 | 5 | 6 | 8 | 0 | 125.89 | 0 | 0 |
| MilhoB | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 6 | 5 | 5 | 7 | 0 | 133.61 | 0 | 0 |
| MilhoC | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 6 | 5 | 4 | 6 | 0 | 145.30 | 0 | 0 |
| SuinoA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1020.88 | 0 | 0 |
| SuinoB | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1033.30 | 0 | 0 |
| SuinoC | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1510.03 | 0 | 0 |
| FeijSA | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 7 | 12 | 6 | 0 | 0 | 62.19 | 0 | 0 |
| FeijSB | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 7 | 12 | 6 | 0 | 0 | 56.14 | 0 | 0 |
| FeijSC | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 7 | 12 | 6 | 0 | 0 | 51.59 | 0 | 0 |
| PeixeA | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 15 | 2 | 0 | 56 | 0 | 0 |
| PeixeB | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 10 | 1 | 0 | 56 | 0 | 0 |
| PeixeC | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 42 | 0 | 0 |
| FeijAA | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 10 | 77.72 | 0 | 1 |
| FeijAB | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 10 | 8.48 | 0 | 1 |
| FeijAC | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 10 | 87.29 | 0 | 1 |
| Horta | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 19 | 24 | 22 | 22 | 18 | 14 | 0 | 0 | 0 |
| CCG | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 1 | 0; |

Continuação do Programa

TABLE r(J,H) Margem Bruta das atividades para o período de 1989 a 1995.

| Atividade | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| FumoA | 2910.67 | 2057.98 | 3327.03 | 3237.15 | 3304.87 | 2931.33 | 3313.43 |
| FumoB | 2259.72 | 2057.98 | 2506.12 | 2211.54 | 2604.15 | 2231.76 | 2180.19 |
| FumoC | 1767.52 | 2057.98 | 1316.03 | 1020.59 | 1770.58 | 1401.21 | 1190.57 |
| BoviAII | 438.61 | 464.42 | 246.86 | 187.86 | 309.96 | 296.1 | 443.38 |
| BoviBII | 145.74 | 146.18 | 109.99 | 86.07 | 166.98 | 132.24 | 186.10 |
| BoviCII | -59.41 | 35.29 | 24.62 | 17.13 | 58.26 | 16.27 | 68.61 |
| BoviAIII | 438.61 | 464.42 | 246.86 | 187.86 | 309.96 | 296.1 | 443.38 |
| BoviBIII | 145.74 | 146.18 | 109.99 | 86.07 | 166.98 | 132.24 | 186.10 |
| BoviCIII | -59.41 | 35.29 | 24.62 | 17.13 | 58.26 | 16.27 | 68.61 |
| MilhoA | 915.84 | 496.63 | 426.14 | 401.52 | 508.53 | 545.74 | 483.98 |
| MilhoB | 504.91 | 154.12 | 286.36 | 293.32 | 370.59 | 332.90 | 293.60 |
| MilhoC | 283.41 | 13.99 | 172.30 | 208.62 | 236.53 | 155.79 | 144.76 |
| SuinoA | 461.41 | 839.09 | 273.51 | 273.27 | 867.94 | 614.41 | 702.65 |
| SuinoB | 311.12 | 610.47 | 181.46 | 142.28 | 638.20 | 407.84 | 443.06 |
| SuinoC | -15.11 | -21.68 | -21.33 | 12.64 | 191.89 | 94.57 | 79.19 |
| FeijSA | 406.47 | 810.70 | 250.02 | 158.71 | 347.35 | 588.15 | 698.00 |
| FeijSB | 318.49 | 546.76 | 250.02 | 158.71 | 347.35 | 399.52 | 570.00 |
| FeijSC | 247.33 | 334.72 | 250.02 | 158.71 | 347.35 | 240.99 | 385.00 |
| PeixeA | 961.14 | 1249.05 | 558.44 | 1076.50 | 2595.38 | 1720.00 | 2006 |
| PeixeB | 627.37 | 712.58 | 558.44 | 611.71 | 1590.55 | 825.00 | 1013 |
| PeixeC | 467.66 | 712.58 | 558.44 | 132.62 | 544.44 | 229.00 | 317 |
| FeijAA | 376 | 687.39 | 300.38 | 375.84 | 406.39 | 595.03 | 522.58 |
| FeijAB | 280 | 492.41 | 300.38 | 249.66 | 230.10 | 327.59 | 371.11 |
| FeijAC | 184 | 226.87 | 300.38 | 122.95 | 136.26 | 85.67 | 175.05 |
| Horta | 511 | 511 | 511 | 511 | 511 | 511 | 511 |
| CCG | -0.18 | -0.18 | -0.18 | -0.18 | -0.18 | -0.18 | -0.18; |

PARAMETER MBA(J) Media da Margem Bruta por Atividade;

$MBA(J) = \text{SUM}(H, r(J,H)) / (\text{CARD}(H)) ;$

DISPLAY MBA;

PARAMETER d (J,H) Desvios da Margem Bruta Média;

$d(J,H) = r(J,H) - MBA(J)$;

DISPLAY d ;

PARAMETER PI Margem Bruta Total da Empresa ;

VARIABLES

SAD Soma dos Desvios da Margem Bruta Média

X(J) Alternativas

Y(H) Coeficientes do Período do Tempo ;

POSITIVE VARIABLE X, Y ;

EQUATIONS

DESVIOS Função Objetivo

RESTRI(I) Restrições de Recursos

ANO(H) Restrições dos Desvios Negativos

RETORNO Margem Bruta Total da Empresa ;

MODEL MOTADGMS /ALL/;

OPTION LIMROW=0;

OPTION LIMCOL=0;

OPTION BRATIO = 1 ;

PI = 0 ;

DESVIOS.. SUM(H, Y(H))=E=SAD;

RESTRI (I).. SUM(J, a(J,I)*X(J))=L=b(I);

ANO (H).. SUM(J, d(J,H)*X(J)) + Y(H)=G=0;

RETORNO.. PI=E=SUM(J, MBA (J)*X(J));

file TF /results.dat/;

put TF;

```
put "Results from complete enumeration" /  
put "-----" //  
put " SAD   RETORNO" /  
  
LOOP (K$(PI LE 25555.16),  
      SOLVE MOTADGMS USING LP MINIMIZING SAD ;  
      PUT  SAD.L:10:2, PI:10:2 / ;  
      X.LO("HORTA") = 0.2 ;  
      PI = PI + 1000 ;  
);
```

ANEXO D

Maximização da Utilidade e o Coeficiente de Aversão ao Risco pelo MAPLE.

- EMPRESA P183026 -

Valores do Desvio Absoluto > 1048,57

f:=x->8.0906+0.2066*x;

$$f := x \rightarrow 8.0906 + .2066 x$$

d:=x[1]->((9.0098-x[1])^2+(9.1691-f(x[1]))^2)^(1/2);

$$d := x_1 \rightarrow \sqrt{(9.0098 - x_1)^2 + (9.1691 - f(x_1))^2}$$

u:=(diff(d(x[1]),x[1]));

$$u := \frac{1}{2} \frac{-18.46523620 + 2.08536712 x_1}{\sqrt{(9.0098 - x_1)^2 + (1.0785 - .2066 x_1)^2}}$$

x[ot]:=solve(u=0,x[1]);

$$x_{ot} := 8.854669292$$

f(x[ot]):=f(x[ot]);

$$f(8.854669292) := 9.919974676$$

Desvio:=exp(x[ot]);

$$Desvio := 7007.030576$$

Margem:=exp(f(x[ot]));

$$Margem := 20332.47572$$

dc:=(diff(f(x[1]),x[1]));

$$dc := .2066$$

coef:=evalf(subs(x[1]=x[ot],dc));

$$coef := .2066$$

distancia:=evalf(subs(x[1]=x[ot],d(x[1])));

$$distancia := .7667322321$$

expr:=phi=t=coef*Margem/Desvio;

$$expr := t = .5994963827$$

Anexo E

Tabela 13 - Estimativas do ponto *ótimo* obtidos para a Situação Atual e Cenários A e B.

| | Situação Atual | | Cenário A | | Cenário B | |
|---------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|
| | Desvio Absoluto | Margem Bruta | Desvio Absoluto | Margem Bruta | Desvio Absoluto | Margem Bruta |
| P183001 | 3430 | 6505 | 15137 | 15912 | 2922,27 | 13185,75 |
| P183002 | 1983 | 6483 | 21251 | 21818 | 1630,89 | 14288,19 |
| P183004 | 3235 | 9272 | 21231 | 22682 | 2967,38 | 17440,94 |
| P183005 | 9667 | 14620 | 31602 | 25131 | 9279,54 | 20034,48 |
| P183009 | 1741 | 6442 | 18412 | 15381 | 1532,1 | 10680,08 |
| P183012 | 5200 | 9436 | 27375 | 20582 | 4955,56 | 15483,08 |
| P183013 | 2869 | 5283 | 19194 | 19053 | 2312,01 | 14165,97 |
| P183016 | 1844 | 7099 | 18131 | 19691 | 1546,8 | 13581,65 |
| P178013 | 1998 | 6853 | 14573 | 32417 | 1039,61 | 13265,08 |
| P183018 | 4307 | 4960 | 16094 | 19880 | 3366,64 | 16408,45 |
| P185001 | 7080 | 12670 | 18828 | 38294 | 5695,39 | 31021,05 |
| P186001 | 12064 | 13090 | 35121 | 27185 | 11269,38 | 22006,11 |
| P186002 | 6161 | 7385 | 21629 | 19200 | 5699,84 | 15343,81 |
| P186003 | 13167 | 14350 | 29571 | 22426 | 12699,66 | 18803,91 |
| P186004 | 9193 | 10260 | 23212 | 16752 | 8804,42 | 13834,14 |
| P186005 | 1493 | 1769 | 6013 | 4057 | 1343,84 | 3047,92 |
| P183019 | 2338 | 3264 | 14197 | 17865 | 1741,81 | 13157,12 |
| P183020 | 3548 | 4514 | 15670 | 14930 | 3111,42 | 11799,96 |
| P183021 | 2865 | 5666 | 14267 | 24698 | 2183,2 | 18659,09 |
| P183024 | 3208 | 4312 | 13028 | 11223 | 2979,95 | 8828,71 |
| P183026 | 8183 | 9595 | 33216 | 26828 | 7007,03 | 20332,47 |
| P183028 | 3196 | 4394 | 23127 | 18610 | 2479,15 | 12939,38 |
| P183031 | 1920 | 3269 | 19729 | 16356 | 1441,92 | 10591,21 |
| P183032 | 4414 | 9363 | 20630 | 16254 | 4216,65 | 12280,09 |
| P183036 | 3025 | 10650 | 13959 | 26676 | 2642,67 | 17661,01 |
| P183039 | 2926 | 3743 | 16156 | 14703 | 2235,74 | 11624,94 |
| P183050 | 10279 | 12714 | 35855 | 31113 | 9635,54 | 24585,01 |
| P183051 | 2361 | 4374 | 10122 | 19528 | 1742,82 | 14422,63 |
| P183053 | 2212 | 9027 | 12192 | 25811 | 1732,77 | 16959,45 |
| P183054 | 3055 | 13240 | 21766 | 18464 | 3035,33 | 13772,71 |
| P183060 | 2011 | 4212 | 19405 | 16328 | 1574,02 | 11017,96 |
| P183062 | 2398 | 3887 | 18194 | 18481 | 1752,54 | 13081,35 |
| P183063 | 10757 | 13040 | 28521 | 26190 | 10263,14 | 21979,56 |
| Média | 4670,54545 | 7749,72727 | 20224,4848 | 20743 | 4146,69788 | 15341,917 |
| Desvio padrão | 3369,47906 | 3719,10182 | 7191,59548 | 6522,91318 | 3310,44307 | 5096,88026 |

Tabela 14 - Estimativas da elasticidade retorno-risco e do coeficiente de aversão ao risco.

| Empresas | Elasticidade (η) | Coeficiente de. Aversão ao risco (ϕ) |
|----------|----------------------------|---|
| P183001 | 0,2267 | 1,0229 |
| P183002 | 0,2474 | 2,1674 |
| P183004 | 0,1367 | 0,8034 |
| P183005 | 0,1299 | 0,2804 |
| P183009 | 0,2528 | 1,7622 |
| P183012 | 0,0972 | 0,3036 |
| P183013 | 0,2188 | 1,3406 |
| P183016 | 0,2709 | 2,3786 |
| P178013 | 0,9891 | 12,6205 |
| P183018 | 0,2059 | 1,0035 |
| P185001 | 0,243 | 1,3235 |
| P185003 | 0,2755 | 2,0613 |
| P186001 | 0,1312 | 0,2561 |
| P186002 | 0,1064 | 0,2864 |
| P186003 | 0,1338 | 0,1981 |
| P186004 | 0,1445 | 0,227 |
| P186005 | 0,1934 | 0,4386 |
| P183019 | 0,2112 | 1,5953 |
| P183020 | 0,1666 | 0,518 |
| P183021 | 0,228 | 1,9486 |
| P183024 | 0,1032 | 0,3058 |
| P183026 | 0,2066 | 0,5995 |
| P183028 | 0,2352 | 1,2275 |
| P183031 | 0,2436 | 1,7893 |
| P183032 | 0,1685 | 0,4907 |
| P183036 | 0,2672 | 1,7857 |
| P183039 | 0,2442 | 1,2304 |
| P183050 | 0,0981 | 0,2503 |
| P183051 | 0,2544 | 2,1053 |
| P183053 | 0,3873 | 3,7907 |
| P183054 | 0,1629 | 0,7391 |
| P183060 | 0,2548 | 1,7835 |
| P183062 | 0,2584 | 1,9287 |
| P183063 | 0,09 | 0,1927 |
| Média | 0,223041 | 1,4928 |
| Desvio | 0,151176 | 2,140037 |

Padrão

Tabela 15 - Eficiência econômica relativa para o comportamento de maximização da utilidade e da Margem Bruta.

| | Maximização da utilidade | Maximização da Margem Bruta |
|---------|--------------------------|-----------------------------|
| P186005 | 0,5804 | 0,4360 |
| P185003 | 0,2280 | 0,0931 |
| P183019 | 0,2481 | 0,1827 |
| P183031 | 0,3087 | 0,1999 |
| P183039 | 0,3323 | 0,2546 |
| P183062 | 0,2971 | 0,2103 |
| P183060 | 0,3823 | 0,2580 |
| P183024 | 0,4884 | 0,3842 |
| P183051 | 0,3033 | 0,2240 |
| P183028 | 0,3396 | 0,2361 |
| P183020 | 0,3825 | 0,3023 |
| P183018 | 0,3023 | 0,2495 |
| P183013 | 0,3729 | 0,2773 |
| P183021 | 0,3037 | 0,2294 |
| P183009 | 0,6032 | 0,4188 |
| P183002 | 0,4537 | 0,2971 |
| P183001 | 0,4933 | 0,4088 |
| P178013 | 0,5166 | 0,2114 |
| P183016 | 0,5227 | 0,3605 |
| P186002 | 0,4813 | 0,3846 |
| P183053 | 0,5323 | 0,3497 |
| P183004 | 0,5316 | 0,4088 |
| P183032 | 0,7625 | 0,5760 |
| P183012 | 0,6094 | 0,4585 |
| P183026 | 0,4719 | 0,3576 |
| P186004 | 0,7416 | 0,6125 |
| P183036 | 0,6030 | 0,3992 |
| P185001 | 0,4084 | 0,3309 |
| P183050 | 0,5171 | 0,4086 |
| P183063 | 0,5933 | 0,4979 |
| P186001 | 0,5948 | 0,4815 |
| P183054 | 0,9613 | 0,7171 |
| P186003 | 0,7631 | 0,6399 |
| P183005 | 0,7297 | 0,5818 |

ANEXO F

Programação feita no SAS para análise de convergência absoluta e condicional

```

data convcond;
input empresa $ sa gapb gapa sau uth capital ;
lsa=log(sa); lgapa=log(gapa); lgapb=log(gapb); lsau=log(sau); luth=
log(uth); lcapital= log(capital);
cards;
P178013          6853    6412.08    25564         16.4         2247         18981
P183001          6505    6680.75     9407         11.25        928.2       15573.87
P183002          6483    7805.19    15335         17.65        1197       23432.74
P183004          9272    8168.94    13410         27.3         1302       21903.5
P183005         14620    5414.48    10511         19.65        1197       36617.85
P183009          6442    4238.08     8939         18.6         827.4       18489.66
P183012          9436    6047.08    11146         36.35       1058.4       31035.48
P183013          5283    8882.97    13770         12.76        1134       21482.02
P183016          7099    6482.65    12592          21         1134       18383.27
P183018          4960   11448.45    14920         15.25        1260       17576.87
P183019          3264    9893.12    14601         18.2         1134       13857.81
P183020          4514    7285.96    10416         14.42         840       15130.47
P183021          5666   12993.09    19032         18.7         1659       16392.75
P183024          4312    4516.71     6911         13.8         630       12068.21
P183026          9595   10737.47    17233          32         1260       38895.04
P183028          4394    8545.38    14216         19.6         924       25673.77
P183031          3269    7322.21    13087         19.2         840       20826.35
P183032          9363    2917.09     6891         10.6         777       22645.4
P183036         10650    7011.01    16026         11.9         1953       18027.17
P183039          3743    7521.94    10960         10.6         798       16405.13
P183050         12714   11871.01    18399         36.1       1604.4       42556.05
P183051          4374   10048.63    15154         10.7         1344       10292.72
P183053          9027    7932.45    16784          14         1806       14281
P183054         13240    532.71     5224         22.5         966       22665.47
P183060          4212    6805.96    12116         17.3         861       19471.98
P183062          3887    9194.35    14594         25.2         1050       17428.17
P183063         13040    8939.56    13150         19.95        1386       33284.74
P185001         12670   18351.05    25624         19.85        2604       26717.26
P186001         13090    8916.11    14095         38.05        1302       41599.99
P186002          7385    7958.81    11815         22.8         1029       22445.92
P186003         14350    4453.91     8076         42.4         1176       33723.69
P186004         10260    3574.14     6492         32.04         840       27746.38
P186005          1769    1278.92     2288         10.25         210        7935.7
run;
options ps=60 nodate nonumber;
title 'Análise de Convergência';
proc reg data=convcond;
M1:model lgapa=lsa;
M2:model lgapb=lsa;
M3:model lgapa=lsa lsau luth lcapital;
M4:model lgapb=lsa lsau luth lcapital;
proc insight; run;

```

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, J. L. P. de. Análise da eficiência técnica em zonas agroecológicas brasileiras - Viçosa; UFV, 1994. 134p. :il. Diss. (Mestrado).

AIGNNER, D. J. & CHU, S.F. On estimating the industry production function, **American Economic Review**, 5 (8): 826-35, 1968.

AIGNNER, D. J.;LOVELL, C.A.K.; SCHIMIDT, P. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. **Journal of Econometrics**, 6: 21-37, 1977.

ALI, M.; CHAUDHRY, M.A. Inter-Regional Farm Efficiency in Pakistan's Punjab: a Frontier Production Function Study. **American Journal of Agricultural Economics**, 62-74p., 1992.

ALI, M.; CHAUDHRY, M.A. Inter-Regional Farm Efficiency in Pakistan's Punjab: a Frontier Production Function Study. **Journal of Agricultural Economics**, 62-74p., 1992.

ALI, M; FLINN, J.C. Profit efficiency among Basmati rice producers in Pakistan Punjab.**American Journal of Agricultural Economics**, 71(2): 303-310, 1989.

- ARAÚJO, P.F.C. 1975. “**Agricultura no processo de desenvolvimento econômico**”.
In: ARAÚJO & SCHUH, Livro 1, Desenvolvimento da Agricultura: Natureza do
Processo e Modelos Dualistas, Livraria Pioneira Editora, São Paulo, SP.
- ARAÚJO, P.F.C. e SCHUH, G.E. “**Desenvolvimento Econômico e Agricultura**”.
Fundamentos de Economia Agrícola. ESALQ/USP. Cap.IV, 1991.
- AZEVEDO FILHO, A.J.B.V. & PÉRES, 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.
- BARRO, R. J. Economic growth in a cross section of countries. **Quarterly Journal of
Economics**, vol. 106, 407-43. 1991.
- BARRO, R. J.; SALA-I-MARTIN. Economic Growth. Boston MA: McGraw Hill. 1995.
- BARROS, G. S. DE C. **Economia da Comercialização Agrícola**. Piracicaba, FEALQ,
1987. 306p. il.
- BAUER, P. W. Recent Developments in the Econometric Estimation of Frontiers.
Journal of Econometrics 46 (1990) 39-56. North-Holland.
- BOUZIT, A.M.; RIEU, T.;RIO,P. Modelling farmers’ behavior under risk: a generalized
MOTAD application. **Les revenus agricoles: efficacife, equite, stabilite.
Economie Rurale**. 69-73p., 1994. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**,
1995/.

- BRAVO-URETA, B.E.; EVERSON, R.E. Efficiency in Agricultural production: The case of peasant farmers in eastern Paraguai. **Agricultural Economics**, 10 (1): 27-37, 1994.
- BRAVO-URETA, B.E.; PINHEIRO,E.A. Efficiency analysis of developing contry agriculture: a review of the frontier function literature. **Agriculture and Resource Economics Review**. 1993, 22:1, 88-101p., ref.85./Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1995/.
- BROMILEY, P. Paradox or at Least Variance Found: a Comment on “Mean-variance Approaches to Risk-return Relationships in Estrategy: Paradox lost?”. **Managment Science**. Vol. 37, N° 9, September 1991.
- BROOKE, A.; KENDRICK, D.; MEERAUS, A. GAMS: - Release 2.25 - A User’s Guide. GAMS Development Corporation, 1996.
- CAIXETA FILHO, J.V. Material de apoio às disciplinas: LES - 672 Introdução à Pesquisa Operacional e LES - 785 Programação Linear. Série didática 113, ESALQ-USP, 1996.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W. ; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units, **European Journal of Operational Reserch** 2, 429-44. 1978.
- CHIANG, A. C. Matemática para Economistas. Ed. Mcgrawhill. Ed. USP. 1982.
- CORTINA, N. Planejamento de empresas rurais em Santa Catarina. Piracicaba, 1992. 112 p. Dissertação (Mestrado) - ESALQ.

- CRUZ, E. R. Aspectos teóricos sobre incorporação de risco em modelos de decisão. Brasília, EMBRAPA-DEP, 1984.
- CRUZ, E. R. da. Aspectos teóricos sobre incorporação de riscos em modelos de decisão. In: CONTINI, E.; ARAÚJO, J.D.; OLIVEIRA, A.J. et al. **Planejamento da propriedade agrícola, modelos de decisão**. Brasília, EMBRAPA - DDT, 1984. p.237-259.
- CRUZ, E. R. da. On the determination of priorities for agricultural research under risk. Wye College, University of London, 1979. Diss. (Mestrado).
- CSAKI, C.S.; FORGACS, C.S.; SEBESTYEN, M.; VARGA, G. Experience in the practical application of farm development models. Hungria, 1975. **Gazdalkodas**, 19: 6, 25-35. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1972-75/.
- DALMAZO, N. L & ALBERTONI, L. A. Riscos e incertezas na tomada de decisão dos pequenos agricultores. **Agropecuária Catarinense**, vol.3, n.4, p.42-46. Dez. 1990.
- DALTON, G.E. The contribution of alternative farm enterprise to farm business development in the Highlands of Scotland. **Scottish-Agricultural-Economics-Review**. v.8, 89-98, 1995. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1995/.
- DEYBE, D.; FLICHMAN, G.; VICIEN, C.; BROSSIER, J. Is extensive cereal production possible? **Agriculture: methods and socio-economic criteria for the analysis and the prevision of land use and land evaluation. EUR-Publication**. 49-61 p., 1989. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1990-91/.
- DIAZ BORDENAVE, J. E. O que é comunicação rural. São Paulo, Brasiliense, 1985, 104p.

DILLON, J.L.; SCANDIZZO, P.L. Risk Attitudes of Subsistence Farmers in Northeast Brasil: A Sampling Approach. **American Journal Agricultural Economics**. 60 (3), 1978. p.425-435.

DONALDSON,A; HUTLEY, B.P.; WEBSTER, J.P.G. The effects of the reform of the Common Agricultural Policy on arable farms in South East England. **FBU - Occasional-Paper**,1994, v.23, i + 62pp.;56 ref. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1995/.

DURLAUF, S. N. Controversy on the convergence and divergence of growth rates. **The Economic Journal**. Vol. 106, julho 1996. p.1016-17.

EICKHORST, R. F.; ERICKSON, D.E.; SCOTT, J.T. Combining linear programming, cash-flow analysis, and counseling to improve individual farm planning. Urbana, Illinois; USA. 1971, n. 115, 16 p. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1972-75.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA S.A. Quadro geral de comparação de grupo da região de Tubarão dos anos agrícolas 1988/89 até 1994/95 (não publicado)

EPAGRI. **Análises de grupo de empresas agrícolas dos anos de 1992/93**. Florianópolis: Gerência de Economia Rural, 1992 (não publicado).

FARREL, L.J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society A, general**, 120 (3): 235-81, 1957.

FEARN, A.; LINGARD, J.; TIFFIN, R.; BARNES, D. An analysis of the impact of set-aside on arable farming in the UK: a linear programming approach using FADN data. **Oxford Agrarian Studies**. 31-39p., 1994. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1995/.

FERGUSSON, C.E. **Teoria Microeconômica**. Tradução de Almir Guilherme Barbosa e Antônio Pessoa Brandão. Rio de Janeiro, Forense Universitária, 1993. 624pp.

GALOR, O. Convergence? Inferences from Theoretical Models. **The Economic Journal**. Julho de 1996. p.1057-69.

GARCIA, M.C. Decisions under uncertainty and models of agricultural product supply. **Notes et Documents Economie et Sociologie Rurales Grignon institut National de la Recherche Agronomique**. 88p., 1989. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1990-91/.

GRIFFITHS, W.E; HILL, C. R; JUDGE, G.G. Learning and Practing Econometrics. 1993.

GRILICHES, Z. 1957 "Hybrid Corn: an exploration in the economics of technological change". **Econometrica**, 24(4): 501-522.

GROSSMANN, G.M.; HELPMANN, E. The "new" growth theory: trade, innovation, and growth. **American Economic Review**, Maio de 1990, 86-91.

HALLAM, D.; MACHADO, F. Efficiency analysis with panel data: A study of Portuguese dairy farms. **European Review of Agricultural Economics**. 23, 1996. p.79-93.

- HANF, C.H. Agricultural sector analysis by linear programming models. Approaches, problems and experiences. **Forum, German Federal Republic**. 40p., 1989. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1987-89/.
- HASSAN, R.M.; HALLAM, A. Stochastic Tecnology in a Programming Framework: a Generalised Mean-Variance Farm Model. **Journa of Agricultural Economics**. 41 (2): p.196-206. 1990.
- HAYAMI, Y. & RUTTAN, V. “**Desenvolvimento Agrícola: teoria e experiências internacionais**”. Brasília, EMBRAPA, 1988. cap. 3, p.47-60.
- HAYAMI, Y. & RUTTAN, V. Diferenças de produtividade agrícola entre nações. In: ARAÚJO & SCHUH op. cit.
- HAZEL, P.B.R. & NORTON, R.D. Risc in the farm model. In: **Mathematical programming for economic analysis in agriculture**. Macmillan, London, 1986. p.76-110.
- HAZEL, P.B.R. A linear alternative to quadratic and semi-variance programing for farm planning under uncertainty. **American Journal of Agricultural Economic**. 53(1): 53-62, Fev. 1971.
- HERTEL, T.W.; PRECKEL, P.V.; HUANG, W.Y. The CARD linear programming model of US agriculture. **Journal of Agricultural Economics Research**. p.20-23, 1989. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1987-89/.
- HOFFMANN, R. & KASSOUF A. L. **Produção e modernização da agropecuária em 332 microrregiões homogêneas do Brasil - 1980**. Relatório de pesquisa. Piracicaba, ESALQ, p.154, 1989.

- HOFFMANN, R. **A dinâmica da modernização da agricultura em 157 microrregiões homogêneas do Brasil.** R. Econ. Sociol. Rural, Brasília, v.30, n.4, p.271-290, out./dez., 1992.
- HOFFMANN, R.; VIEIRA, S. **Análise de Regressão - Uma introdução à econometria.** São Paulo, 1987.
- HOLZ, E. **Administração Rural e o Desenvolvimento Agrícola. Agropecuária Catarinense.** Vol.5, p.42-44, jun.1992.
- HOLZ, E. **Planejamento de Propriedades Rurais através de Programação Linear.** Florianópolis, EPAGRI S.A., 1994 162p.
- HOLZ, E.; SUSKI, P.P.; SOLDATELLI, D. **Contagri - Software de Contabilidade Agrícola - Guia do Usuário.** 76p. EPAGRI S.A. Florianópolis, 1996.
- HOPPER, W.D. **Eficiência na alocação de recursos em uma agricultura tradicional na Índia.** In: ARAÚJO, P.F.C.; SCHUH, G.E. coord. **Desenvolvimento da agricultura: natureza do processo e modelos dualistas.** São Paulo, Pioneira, 1975. p.67-81.
- HOUWEN, C.; STRUIK, P.C.; VREDENBERG, W.J. **The use of farm economic modelling to determine the influence of MacSharry on the development towards sustainability. Developments in Plant and Soil Sciences,** v.61,3 ref.,1994. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM,** 1995/.
- INSTITUTO CEPA/SC. **Números da Agropecuária Catarinense.** Florianópolis, 1996. 31p.

INSTITUTO CEPA/SC. **Síntese Anual da Agricultura Catarinense de 1995.**
Florianópolis, 1996. p.168.

JAYET, P.A. & HOFSTETTER, A. Agricultural supply model and the Common Agricultural Policy: data and estimates for linear programming. **Etudes et Recherches Economie et Sociologie Rurales Grignon institut National de la Recherche Agronomique.** 151p., 1991. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1992/.

JAYET, P.A. & HOFSTETTER, A. Model of agricultural supply and the Common Agricultural Policy.. **Etudes et Recherches Economie et Sociologie Rurales Grignon institut National de la Recherche Agronomique.** 104p., 1992. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1992/.

JEFFERSON, R.W. A guide to using the general algebraic modelling system (GAMS) for applications in agricultural economics. Cornell University, Ithaca, New York. 1989.

JONASSON, L. Mathematical programming as a prediction tool: application and evaluation of two Swedish agricultural sector models. **Avhandlingar Institutionen for Ekonomi, Sveriges Lantbruksuniversitet.** 172p., 1993. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1993/.

JORGENSON, D.W. Teste de Teorias Alternativas de Desenvolvimento em Economia Dualista, In: ARAUJO & SCHH, livro 1, **Desenvolvimento da Agricultura: Natureza do Processo e Modelos Dualistas.** Livraria Pioneira Editora, São Paulo, 1975, p.137-152.

- KIYUNA, I. Modernização da agricultura e distribuição da renda no Estado de São Paulo, 1980. Piracicaba, 1989. 91p. Dissertação (Mestrado) - ESALQ/USP.
- LEFAUDEUX, F.; THUILLIER, V.; JAYET, P.A. Adjustment of the French model and the MacSharry proposals, initiation of building a model for the UK: Classification of farms; AROPAJ model. **Notes et Documents Economie et Sociologie Rurales Grignon institut National de la Recherche Agronomique**. 152p., 1991. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1992/.
- MAKEHAM, J.P. & MALCOM - **The farming game**. Gill Publicações, Austrália. 1988, 499p.
- MANKIW, N. G.; ROMER, D.; WEIL, D. N. A contribution to the empirics of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, vol. 107, 407-37p. 1992.
- MARKOWITZ, H. Portfolio selection: efficient diversification of investments. New York, John Wiley, 1959.
- MARKOWITZ, H. Portfolio Seletion. **Journal Finance**, 7 (1), Mar. 1952.
- MEEUSEN, H. & VAN DEN BROECK, J. Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. *International Economic Review*, 18 (2): 435-44, 1977.
- NADAL, R. de et al. O enfoque sistêmico em projetos de pesquisa e desenvolvimento na agricultura. O caso do Oeste Catarinense. In: *Semana de atualização em administração rural*, Lages, nov. 1991. Anais, Florianópolis: SAA / EPAGRI S.A. / CTA do Planalto Serrano Catarinense. 1992. p. 133-60.

OGLETHORPE, D.R. Sensitivity of farm plans under risk-averse behaviour: a note on the environmental implications. **Journal of Agricultural Economics**. vol.46, n.2. 1995. p.227-232.

OGLETHORPE, D.R. Sensitivity of farm plans under risk-averse behaviour: a note on the environmental implications. **Journal of Agricultural Economics**, vol. 46, 1995.

OGLETHORPE, D.R. The modelling and estimation of farm objective criteria in Northern England: a profit maximisation/MOTAD linear programming analysis. **Discussion Paper Department of Agricultural Economics and Food Marketing, Universidade de Newcastle upon Tyne**. 16p.,1993. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1995/.

PAIVA, R.M. “**Modernização e dualismo tecnológico na agricultura: uma reformulação**”. PPE, Rio de Janeiro, 5(1): 117-162,1975.

PARIKH, A.; SHAH, M.K. Measurment of cost inefficiency with safety first of risk.**Agricultural Economics**, 11(2/3): 197-296, 1994.

PÉRES, A.R.P. Baixa produtividade do milho como consequência da tomada de decisão sob condições de risco na agricultura. Piracicaba, SP, 1981. 118p. Dissertação (Mestrado) - ESALQ/USP.

PÉRES, F. C. Derived demand for credit under conditions of risk. The Ohio state university, 1976. 140 p. Tese (Doutorado).

PÉRES, F.C. Planejamento da empresa agrícola em condições de risco. In: CONTINI, E.; ARAÚJO, J.D.; OLIVEIRA, A.J. et al. **Planejamento da propriedade agrícola, modelos de decisão**. Brasília, EMBRAPA - DDT, 1984. p.273-287.

- PICKREN, R.L. A MOTAD model of risk-return relationships for planning decisions using center pivot irrigation. Auburn, Alabama, 1986. 110p. Dissertação (Mestrado).
- PINHEIRO, S.L.G. Management of agricultural systems using mathematical programming case study in Santa Catarina State, Brazil. Lincoln College, 1987. Diss. (mestrado).
- RENKOW, M. Differential Technology Adoption and Income Distribution in Pakistan: Implications for Research Allocation. **American Journal of Agricultural Economics**. Vol. 75, Fev. 1993: 33- 43.
- ROGERS, E. M. **Diffusion of innovations**. Third edition. Nova York, 1983, 453p.
- RUEFLI, T. W. Mean-variance Approaches to Risk-return Relationships in Estrategy: Paradox lost. **Managment Science**, vol. 36. N° 3, March 1990.
- SADEK, A. Supply response in Egyptian agriculture. **St. Anthony's Middle East Monograph**. 15p., 1991. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1992/.
- SALA-I-MARTIN, X. The classical approach to convergence analysis. **The Economic Journal**. Vol.106, jullho,1996. p.1019-36.
- SANTOS, S.M.P. Efeitos da introdução de novas atividades e tecnologias sobre a renda e o emprego dos recursos em propriedades agrícolas no município de Videira - Santa Catarina. Lavras, 1981. Dissertação (Mestrado), ESAL.
- SCHULTZ, T.W. **Transforming tradicional agriculture**. New Haven: Yale University Press. 1964.

- SEIFORD, M. L. & THRALL, R. M. Recentes Developments in DEA - The Mathematical Programming Approach to Frontier Analysis. **Journal of Econometrics** 46 (1990) 7-38. North-Holland.
- SHIROTA, R. Efficiency in Financial Intermediation: A Study of the Chilean Banking Industry. 1995. Tese (Doutorado) - The Ohio State University.
- SKEA, A. The effects of CAP reform on Scottish farming. **Scottish Agricultural Economics Review**.p.1-14,1993. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1993/.
- SOLDATELLI, D.; HOLZ, E.; TREVISAN, I. et al. Glossário de termos de Administração Rural. In: ANAIS DO II SEMINÁRIO DE ADMINISTRAÇÃO RURAL, 1992, Concórdia, SC. Anais. Florianópolis: EPAGRI S.A., 1993. 75-105p.
- SOLOW, R. M. A contribution to the theory of economic growth. **Quarterly Journal of Economics**, vol. 70, 65-94p. 1956.
- STERN, N. “**Growth Theories, Old and New, and the Role of Agriculture in Economic Development**”. Sep, 1994, 149p.
- STERN, N. “The Determinants of Growth”. **The Economic Journal**, 101(jan.,1991): 122-133.
- SUSKI, P.P.; CORTINA, N.; ROSSO, R. V.; FERREIRA, M.C. Software para uso em Administração Rural: Multifarm e Contagri. In: ANAIS DO II SEMINÁRIO DE ADMINISTRAÇÃO RURAL, 1992, Concórdia, SC. Anais. Florianópolis: EPAGRI S.A., 1993. 169-213p.

SWAN, T. W. Economic growth and capital accumulacion. **Economic Record**, vol.32, 334-61p. 1956.

TEIXEIRA, T. D. Eficiência técnica em uma agricultura de baixa renda. **Revista de Economia Rural**, 16 (3): 9-29, 1978.

THE ECONOMIST. **A pobreza das nações**. Caderno da Gazeta Mercantil, p.3. junho de 1996.

TIMMER, C.P. Using a probabilistic frontier production function to measure technical efficiency. **Journal of Political Economy**, 79: 776-94, 1971.

UPTON, M.; HAWORT, S. The growth of farms. **European Review of Agricultural Economics**, 14, 1987. p.351-366.

WANG, J.; WAILES, E.J.; CRAMER, G.L. A shadow-price frontier masurement of efficiency in chinese agriculture. **American Journal of Agricultural Economics**. vol.78, fev. 1996. p.146-156.

ZANCHET, M.S. Estrutura agrária, modernização e distribuição da renda na agropecuária catarinense em 1980. Piracicaba, 1990. 122p. Dissertação (Mestrado) - ESALQ/USP.

ZAROD, J. Use of linear programming in determining the profitability of agricultural production. **Zeszyty Naukowe Aakdemii Rolniczej w Szczecinie, Nauki Spoleczne i Ekomiczne**. 83-88 p., 1993. /Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, 1995/.

ZOCCHI, S. S.; LEANDRO, R. A. Curso Introdutório de Matemática através de Pacotes Computacionais. Departamento de Matemática e Estatística, ESALQ/USP. Piracicaba-SP, 1995 (não publicado).

APÊNDICE 1

Tabela 17 - Disponibilidade de área da Superfície Agrícola Útil, de Unidades de Trabalho Homem e de de capital para cada uma das 33 empresas analisadas¹.

| | T1 | T2 | T3 | QL | MP | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | CG | CC |
|---------|-------|-------|-------|------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|----------|
| P183026 | 12,80 | 19,20 | 12,80 | 0,20 | 2,50 | 210,00 | 210,00 | 210,00 | 210,00 | 210,00 | 210,00 | 16778,88 | 22116,16 |
| P186002 | 9,12 | 13,68 | 9,12 | 0,20 | 2,50 | 171,50 | 171,50 | 171,50 | 171,50 | 171,50 | 171,50 | 4546,78 | 17899,14 |
| P183062 | 10,08 | 15,12 | 10,08 | 0,20 | 2,50 | 175,00 | 175,00 | 175,00 | 175,00 | 175,00 | 175,00 | 2976,88 | 14451,29 |
| P186004 | 12,82 | 19,22 | 12,82 | 0,20 | 2,50 | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 4337,25 | 23409,13 |
| P183050 | 14,44 | 21,66 | 14,44 | 0,20 | 2,50 | 267,40 | 267,40 | 267,40 | 267,40 | 267,40 | 267,40 | 9212,36 | 33343,69 |
| P186001 | 15,22 | 22,83 | 15,22 | 0,20 | 2,50 | 217,00 | 217,00 | 217,00 | 217,00 | 217,00 | 217,00 | 13467,42 | 28132,57 |
| P186003 | 16,96 | 25,44 | 16,96 | 0,20 | 2,50 | 196,00 | 196,00 | 196,00 | 196,00 | 196,00 | 196,00 | 2758,12 | 30965,57 |
| P183018 | 6,10 | 9,15 | 6,10 | 0,20 | 2,50 | 210,00 | 210,00 | 210,00 | 210,00 | 210,00 | 210,00 | 1758,78 | 15818,09 |
| P183063 | 7,98 | 11,97 | 7,98 | 0,20 | 2,50 | 231,00 | 231,00 | 231,00 | 231,00 | 231,00 | 231,00 | 10764,82 | 22519,92 |
| P183039 | 4,24 | 6,36 | 4,24 | 0,20 | 2,50 | 133,00 | 133,00 | 133,00 | 133,00 | 133,00 | 133,00 | 5995,57 | 10409,56 |
| P183024 | 5,52 | 8,28 | 5,52 | 0,20 | 2,50 | 105,00 | 105,00 | 105,00 | 105,00 | 105,00 | 105,00 | 1173,14 | 10895,07 |
| P183020 | 5,77 | 8,65 | 5,77 | 0,20 | 2,50 | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 4048,27 | 11082,20 |
| P183060 | 6,92 | 10,38 | 6,92 | 0,20 | 2,50 | 143,50 | 143,50 | 143,50 | 143,50 | 143,50 | 143,50 | 4774,11 | 14697,87 |
| P183019 | 7,28 | 10,92 | 7,28 | 0,20 | 2,50 | 189,00 | 189,00 | 189,00 | 189,00 | 189,00 | 189,00 | 996,63 | 12861,18 |
| P183031 | 7,68 | 11,52 | 7,68 | 0,20 | 2,50 | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 6031,10 | 14795,25 |
| P183028 | 7,84 | 11,76 | 7,84 | 0,20 | 2,50 | 154,00 | 154,00 | 154,00 | 154,00 | 154,00 | 154,00 | 8337,84 | 17335,93 |
| P186005 | 4,10 | 6,15 | 4,10 | 0,20 | 2,50 | 35,00 | 35,00 | 35,00 | 35,00 | 35,00 | 35,00 | 1134,68 | 6801,02 |
| P183036 | 4,76 | 7,14 | 4,76 | 0,20 | 2,50 | 325,50 | 325,50 | 325,50 | 325,50 | 325,50 | 325,50 | 7305,65 | 10721,52 |
| P183054 | 9,00 | 13,50 | 9,00 | 0,20 | 2,50 | 161,00 | 161,00 | 161,00 | 161,00 | 161,00 | 161,00 | 5619,83 | 17045,64 |
| P183032 | 4,24 | 6,36 | 4,24 | 0,20 | 2,50 | 129,50 | 129,50 | 129,50 | 129,50 | 129,50 | 129,50 | 10104,56 | 12540,84 |
| P183005 | 7,86 | 11,79 | 7,86 | 0,20 | 2,50 | 199,50 | 199,50 | 199,50 | 199,50 | 199,50 | 199,50 | 14136,80 | 22481,05 |
| P183053 | 5,60 | 8,39 | 5,60 | 0,20 | 2,50 | 301,00 | 301,00 | 301,00 | 301,00 | 301,00 | 301,00 | 3568,57 | 10712,51 |
| P183001 | 4,50 | 6,75 | 4,50 | 0,20 | 2,50 | 154,70 | 154,70 | 154,70 | 154,70 | 154,70 | 154,70 | 4886,66 | 10687,21 |
| P183051 | 4,28 | 6,42 | 4,28 | 0,20 | 2,50 | 224,00 | 224,00 | 224,00 | 224,00 | 224,00 | 224,00 | 3848,90 | 6443,82 |
| P183016 | 8,40 | 12,60 | 8,40 | 0,20 | 2,50 | 189,00 | 189,00 | 189,00 | 189,00 | 189,00 | 189,00 | 5291,37 | 13091,90 |
| P183009 | 7,44 | 11,16 | 7,44 | 0,20 | 2,50 | 137,90 | 137,90 | 137,90 | 137,90 | 137,90 | 137,90 | 3051,33 | 15438,33 |
| P183021 | 7,48 | 11,22 | 7,48 | 0,20 | 2,50 | 276,50 | 276,50 | 276,50 | 276,50 | 276,50 | 276,50 | 2452,69 | 13940,06 |
| P183013 | 5,10 | 7,66 | 5,10 | 0,20 | 2,50 | 189,00 | 189,00 | 189,00 | 189,00 | 189,00 | 189,00 | 2492,79 | 18989,23 |
| P185002 | 6,62 | 9,93 | 6,62 | 0,20 | 2,50 | 259,00 | 259,00 | 259,00 | 259,00 | 259,00 | 259,00 | 5072,91 | 14386,82 |
| P183002 | 7,06 | 10,59 | 7,06 | 0,20 | 2,50 | 199,50 | 199,50 | 199,50 | 199,50 | 199,50 | 199,50 | 9566,12 | 13866,62 |
| P178013 | 6,56 | 9,84 | 6,56 | 0,20 | 2,50 | 374,50 | 374,50 | 374,50 | 374,50 | 374,50 | 374,50 | 6127,86 | 12853,14 |
| P183004 | 10,92 | 16,38 | 10,92 | 0,20 | 2,50 | 217,00 | 217,00 | 217,00 | 217,00 | 217,00 | 217,00 | 4762,49 | 17141,01 |
| P183012 | 14,54 | 21,81 | 14,54 | 0,20 | 2,50 | 176,40 | 176,40 | 176,40 | 176,40 | 176,40 | 176,40 | 4288,57 | 26746,91 |

¹ Os fatores representados no modelo, a partir dos quais o vetor b (vide expressão 3.3.2) foi composto, foram os seguintes:

- T₁ = disponibilidade do tipo de solo Classe II (aptidão para cultivo de todas as culturas) de cada empresa para uso com cultura principal;
- T₂ = disponibilidade do tipo de solo Classe III (aptidão para cultivos perenes, tais como, pastagem e Piscicultura) de cada empresa para uso com cultura principal;

| | |
|---------------|---|
| T_3 | = disponibilidade do tipo de solo Classe IIA de cada empresa para uso com cultura adicional; |
| QL | = fator que permite impor certa quantidade da superfície agrícola útil para uso de horta e pomar doméstico; |
| MP | = fator que impõe limite à produção de peixes. |
| M_1 a M_6 | = disponibilidade em cada bimestre de mão-de-obra familiar; |
| CG | = disponibilidade de capital de giro próprio; |
| CC | = possibilidade de compra de capital de giro. |