

# EFICIÊNCIA ECONÔMICA SOB CONDIÇÕES DE RISCO: UM ESTUDO DE CASO PARA EMPRESAS AGRÍCOLAS DE SANTA CATARINA<sup>1</sup>

***O objetivo principal deste estudo é estimar a fronteira de eficiência econômica utilizando a Programação Linear, incorporando o risco no modelo e dispondo das evidências empíricas a partir do tratamento de dados cross-section do sul do Estado de Santa Catarina.***

Luis Augusto Araújo  
José Vicente Caixeta Filho

## Introdução

Empresa de Pesquisa e Extensão Rural do Estado de Santa Catarina (EPAGRI S.A.), que conta atualmente com uma rede contábil de aproximadamente 500 empresas agrícolas monitoradas, tem como um de seus objetivos a obtenção de padrões técnicos e econômicos das atividades agrícolas e dos principais sistemas de produção da região. Torna-se importante, assim, 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.

O objetivo principal deste estudo é estimar a fronteira de eficiência econômica utilizando a Programação Linear, incorporando o risco no modelo e dispondo 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 mais específicos deste estudo incluem a identificação, ao longo da fronteira de eficiência econômica, do ponto de maximização da utilidade e da margem bruta. Para a maximização da utilidade, associa-se o ponto na fronteira a partir do qual a distância em relação à situação atual da empresa seja mínima.

## MODELAGEM DO PROBLEMA

As regiões agrícolas do Estado de San-

ta Catarina, caracteristicamente, oferecem um razoável *mix* de alternativas potenciais, todas elas competindo por escassos recursos. Dispondo de padrões de desempenho técnico-econômico dessas atividades na região e de informações da disponibilidade individual de recursos das empresas, a modelagem através do método MOTAD (Minimização do Desvio Absoluto Total) foi considerada uma abordagem adequada. Tal referencial implica a possibilidade de avaliação desses diferentes padrões, levando em conta considerações do tipo

*Os dados utilizados, do tipo cross-section, foram obtidos a partir de uma amostra aleatória de 33 empresas agrícolas situadas na região de Tubarão, acompanhadas pela EPAGRI S.A. no ano agrícola 94/95*

portfólio, pertinentes à tomada de decisão. As principais características do MOTAD, que o distinguem, de certa forma, de outros modelos de fronteira, são as seguintes: trata diretamente o problema econômico ao longo da fronteira construída no espaço bidimensional retorno-risco; possibilita a geração de uma fronteira de eficiência econômica individual para cada uma das empresas. Para esse modelo, a geração da fronteira de eficiência sob condições de risco pode ser feita através de softwares diversos, tais como o GAMS, resultando em vantagens operacionais e de

tempo.

## Modelo Teórico: MOTAD

Hazel (1971) introduz o risco no modelo determinístico convencional de Programação Linear através do uso de uma aproximação linear (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 para estabelecer 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.

A fronteira eficiente, gerada pelo MOTAD, pode ser 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.

## Especificação de Dados e Procedimentos

Os dados 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. Através do software CONTAGRI, são obtidos em torno de 250 índices técnicos e econômicos por empresa para fins de diagnóstico e planejamento.

Tendo definida a utilização do modelo

de programação matemática MOTAD, foram concebidos dois cenários como referenciais para análise, descritos a seguir:

- Cenário A: ignora-se o comportamento risco-avesso do produtor no modelo de planejamento da empresa. A solução ótima é determinada maximizando-se a Margem Bruta esperada;

- Cenário B: incorpora-se o comportamento risco-avesso do produtor no modelo de planejamento da empresa. A solução de equilíbrio é obtida maximizando-se a utilidade esperada do produtor.

Para identificar o plano ótimo, objetivando o máximo retorno ou utilidade ao longo da fronteira, foram assumidas as seguintes pressuposições:

- a margem bruta (retorno) é função monotonamente decrescente do desvio absoluto (risco);

- a função utilidade do produtor tem somente dois argumentos: a média e o desvio absoluto da margem bruta;

- 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 finitas, dos valores futuros das margens brutas de cada atividade com potencial para entrar no plano.

Para obter maiores detalhes sobre a definição de função objetivo, restrições de fatores, situação atual, geração da fronteira de eficiência e estimativa do ponto ótimo, sugere-se ao leitor interessado que se remeta ao trabalho original de Araújo (1997).

## RESULTADOS EMPÍRICOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos a partir da aplicação empírica do modelo proposto são apre-

sentados e analisados a seguir. É caracterizada a situação atual das empresas estudadas em termos de retorno e de risco, assim como é apresentada a estimativa da eficiência econômica para aquelas empresas.

### Caracterização da Situação Atual

A dispersão dos níveis de risco e de retorno tomados pelas 33 empresas analisadas é mostrada na figura 1. Foram observados 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, 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.

Analisando a figura 1, não se pode afirmar, por exemplo, que a empresa 54 seja três vezes mais eficiente que a empresa 28, dado 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 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 dessas empresas tenham magnitudes completamente diferentes.

### Eficiência Econômica para Maximização da Utilidade e do Retorno

O plano ótimo foi definido considerando o objetivo comportamental da unidade produtiva, ou seja, neutralidade ou aversão ao risco. A eficiência econômica foi medida comparando a margem bruta ob-

servada pela empresa com a ótima.

A figura 2 mostra um potencial de crescimento econômico diferente para as empresas estudadas, mesmo assumindo 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 dessas empresas.

Em média, elas apresentaram eficiência econômica de 50% e 37%, considerando os objetivos de maximizar a utilidade e a margem bruta, respectivamente. Assim sendo, os resultados indicam um potencial de aumento médio do retorno das empresas de 50% e 63% se o produtor adotar, respectivamente, os planos de máxima utilidade e de máximo retorno, dados a disponibilidade de recursos, os padrões técnicos e econômicos e as alternativas de produção.

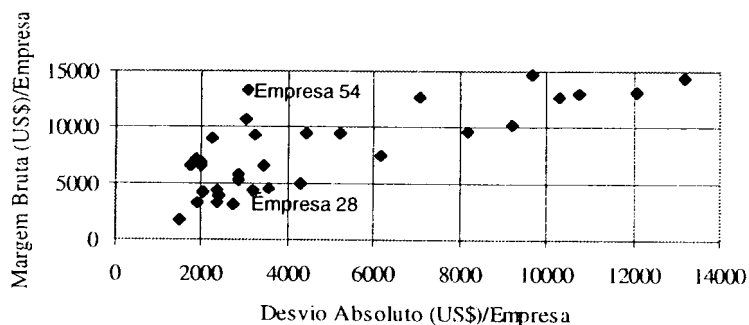
Todas as 33 empresas analisadas localizaram-se abaixo da fronteira de eficiência. Entretanto, não se descarta a possibilidade de que algumas empresas poderiam estar sobre ou acima da fronteira, uma vez que são utilizados padrões econômicos e coeficientes técnicos médios para as alternativas potenciais da região.

Alterando o objetivo da maximização do retorno para a da 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 chegou a 28%, enquanto a do nível de risco, a 79%. Assim, pode-se ainda afirmar que os produtores, comportando-se como maximizadores da margem bruta, deverão assumir um risco muito superior ao obtido quando maximizadores da utilidade.

Esses resultados são consistentes com os obtidos por Oglethorpe (1995), que também examinou de que forma a estimativa do plano ótimo da empresa, com o objetivo de maximizar lucro, difere daquele descrito para a maximização da utilidade. O estudo utilizou funções de utilidade obtidas diretamente de um levantamento de 20 empresas agrícolas do norte da Inglaterra, assim como a fronteira de eficiência, gerada pelo MOTAD. Esse autor constatou que uma pequena redução da renda esperada gera 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 em 5,4%, a diminuição na variância da renda ficou em 36,6%.

FIGURA 1

### CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL EM TERMOS DE MARGEM BRUTA E DESVIO ABSOLUTO PARA AS EMPRESAS



**CONCLUSÕES**

O principal resultado da análise de eficiência econômica é a existência de um potencial médio de crescimento da margem bruta de 50% e 63%, quando o produtor adotar, respectivamente, os planos de máxima utilidade e de máximo retorno, dados a disponibilidade de recursos, os padrões técnicos e econômicos das alternativas de produção e o nível de risco que deseja suportar.

Transferindo o ponto ótimo da maximização do retorno para a maximização da utilidade, obteve-se uma redução média proporcionalmente maior do desvio absoluto em relação à variação obtida com a margem bruta.

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 dessas empresas e, indiretamente, seus resultados técnicos e econômicos.

As principais limitações deste estudo referem-se também ao baixo número de observações (33 empresas), à utilização de dados *cross-section* e à pressuposição sobre a forma explícita da função utilidade dos produtores, com somente dois argumentos (média e desvio absoluto), visando à determinação do ponto de equilíbrio para os dois cenários propostos. Com relação ao modelo MOTAD, podem ser agregadas 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) análise do risco somente do lado da margem bruta, desconsiderando, por exemplo, as flutuações nos custos dos insumos e na oferta de recursos.

De qualquer maneira, 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 o 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 de disponibilidade dos coeficientes técnicos e econômicos ao longo de séries históricas mais abrangentes.

△△△

**NOTA**

<sup>1</sup> Artigo elaborado a partir da dissertação de mestrado do primeiro autor

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ARAUJO, L. A. Fronteira de eficiência econômica sob condições de risco: uma análise da convergência econômica entre empresas agrícolas do sul de Santa Catarina. Dissertação (Mestrado), ESALQ-USP. 150p. 1997.

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, 1996 (não-publicado).

HAZEL, P.B.R. A linear alternative to quadratic and semi-variance programming for farm planning under uncertainty. *American Journal of Agricultural Economic*. 53(1): 53-62, Fev. 1971.

MARKOWITZ, H. Portfolio Selection. *Journal of Finance*, 7 (1), Mar. 1952.

OGLETHORPE, D.R. The modelling and estimation of farm objective criteria in Northern England: a profit maximisation/ MONTAD 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.



**Luis Augusto Araújo**

*M.Sc. em Economia Aplicada, Engenheiro Agrônomo da Empresa de Pesquisa e Extensão Rural do Estado de Santa Catarina (EPAGRI S.A.).*



**José Vicente Caixeta Filho**

*O professor Caixeta tem desenvolvido intensa atividade de pesquisa em Logística de Transporte e Pesquisa Operacional, sendo um dos respeitados especialistas brasileiros nessas áreas. É Professor Associado do Departamento de Economia e Sociologia Rural da ESALQ.*

**FIGURA 2**

**POTENCIAL DE CRESCIMENTO ECONÔMICO PARA O COMPORTAMENTO MAXIMIZADOR DA MARGEM BRUTA (CENÁRIO A) E DA UTILIDADE (CENÁRIO B)**

