

SUBSÍDIOS AO PROCESSO DE DECISÃO DE UMA EMPRESA AGRÍCOLA NA REGIÃO DO TRIÂNGULO E ALTO PARANAÍBA, ESTADO DE MINAS GERAIS¹

Samuel José de Magalhães Oliveira²
Guaracy Vieira³
Ricardo Pereira Reis⁴
Arnaldo Vieira⁵

RESUMO

O presente trabalho baseia-se em um estudo de caso de uma empresa agrícola do Estado de Minas Gerais. Procurou-se determinar o efeito da modificação nas combinações de atividades da empresa sobre o risco e a margem bruta esperada. Utilizou-se o modelo MOTAD (Minimização dos Desvios Absolutos Totais) na formulação de problemas. Detectou-se a possibilidade da diminuição da expectativa de risco envolvido mediante um avanço na área cultivada com milho em detrimento da área ocupada pela soja, o que implica em mudança no sistema de rotação anual entre estas culturas, vigente na propriedade. Verificou-se, ainda, a possibilidade de aumentar a renda da fazenda somando-se à recomendação anterior o aumento da área ocupada pela cafeicultura em substituição à área ocupada pelas culturas anuais. Verificou-se uma relativa ociosidade dos tratores e das colheitadeiras utilizados na propriedade no ano agrícola de 1990/91.

Palavras-chave: administração rural, economia da produção, programação linear, modelo MOTAD.

DECISION PROCESS SUBSIDIES FOR A FARM ENTERPRISE IN MINAS GERAIS STATE, BRAZIL

SUMMARY

This paper was a case study on a farm enterprise in Minas Gerais State, Brazil. It aimed to determine the effects of changing the farm activities on the risk and on the income expected. MOTAD (Minimization of Total Absolute Deviations) was utilized. The possibility of reducing the expected risk was noted by means of changing the crop rotation involving corn and soybean. It was examined the possibility of increasing the farm income level by means of expanding the coffee cropping area, besides changing the crop rotation. Considering the activities in the farm during the agricultural year 1990/91, a relative idleness of tractors and harvesters was observed.

Key-words: rural management, production economics, linear programming, MOTAD model.

1 - INTRODUÇÃO

A agricultura desempenha relevante papel na economia nacional. O desenvolvimento brasileiro depende da produção adequada de alimentos, de fibras e de outros produtos agrícolas.

Entretanto, o setor agrícola brasileiro é pouco capitalizado e pouco produtivo, comparativamente ao de outros países. Essa situação desvantajosa da agricultura nacional é ainda agravada pelas fortes disparidades existentes entre os setores agrícolas das

diversas regiões do País. Enquanto o Centro-Sul possui produtividade de grãos acima da média nacional, o Norte e o Nordeste exibem, em geral, baixos níveis de produtividade. A mecanização agrícola concentra-se no Sudeste e no Sul e o valor da produção animal e vegetal por área total de estabelecimento variou no País, em 1980, de apenas Cr\$1.430,00/ha, no Norte, a Cr\$10.490,00/ha na Região Sul⁶.

A superação desses problemas de baixa tecnologia e produtividade da agricultura brasileira é um desafio que precisa ser encarado pelo Estado, atra-

vés de formulação de políticas que incentivem o setor a superar seus problemas. Eles também devem ser enfrentados pelos próprios produtores, individual ou coletivamente, através de ações que possam ter, entre outros objetivos, o de aprimorar a eficiência de sua unidade de produção.

A pesquisa tem importante papel na solução de problemas da agricultura, particularmente na área da administração rural. Visa auxiliar o produtor rural no planejamento e gestão de seu empreendimento, com vistas à consecução de seus objetivos, de acordo com sua racionalidade e sua orientação econômica.

Considerando-se unidades de produção de orientação empresarial, torna-se imprescindível a geração de subsídios pela pesquisa em Administração Rural que levem o tomador de decisão a agir de maneira mais eficaz. Assim, serão possíveis ganhos de produtividade e, portanto, maiores lucros.

Entretanto, mesmo em unidade de produção de orientação empresarial, o lucro não é, isoladamente, a única variável relevante ao se tomar decisão. É também necessário considerar outras variáveis importantes no processo de decisão, como o nível de risco envolvido em cada uma das decisões possíveis.

Os empresários se expõem ao risco pelo fato de o maior nível do mesmo ser condição geralmente necessária para se atingir níveis mais elevados de receita com o conseqüente aumento do lucro. Tal afirmação se reveste de maior importância ao se considerar que os riscos das atividades agrícolas são maiores pelo fato de seu desempenho ser dependente de condições ambientais.

Uma importante contribuição ao gerenciamento de empresas agrícolas é proporcionar ao tomador de decisão instrumentos para a avaliação das conseqüências possíveis de suas ações, como por exemplo, a escolha da combinação de atividades da unidade de produção. Para tal, deve-se considerar o lucro e o risco envolvidos, além de outras variáveis importantes, nas diferentes atividades exploradas ou exploráveis e nas diversas combinações entre as mesmas.

Deste modo, auxilia-se o empresário rural na obtenção de maiores ganhos de produtividade, utilização de níveis mais elevados de tecnologia e um melhor desempenho econômico.

1.1 – Objetivos

Este trabalho tem por objetivo investigar o risco e a margem bruta decorrentes de diferentes combinações de atividades e da alocação de recursos produtivos.

Os objetivos específicos são:

- a) calcular a fronteira eficiente para a empresa agrícola;
- b) identificar fatores restritivos ao aumento e renda e à diminuição do risco, simular alteração nos mesmos, analisando seus efeitos.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

A partir da análise de portfolio de MARKOWITZ (1952) criaram-se modelos matemáticos que tentassem reproduzir o comportamento do tomador de decisão.

O mais simples é a programação linear, que visa maximizar uma função objetivo (freqüentemente a margem bruta, definida como a diferença entre a receita total e os custos variáveis) dadas diferentes atividades e uma série de recursos escassos. Esse modelo foi utilizado por diversos autores em ciências agrárias, entre eles LEITE (1980), SILVA JÚNIOR (1983), EMANA & STORCK (1992).

O modelo de programação linear permite estudar a diversificação de atividades possíveis, o que pode ser um fator de diminuição de risco, conforme HEADY (1952). Entretanto, a programação linear não considera o risco de maneira explícita como variável na tomada de decisão, o que limita o uso do modelo. Há ainda algumas outras limitações como a pressuposição de linearidade, ou seja, a razão insumo-produto é considerada constante.

MARKOWITZ (1952) afirmou que, de fato, renda esperada e risco envolvido (aqui entendido como variância da renda esperada) são fatores importantes na tomada de decisão. Desta maneira espera-se que, a cada nível de risco, haja um nível máximo de renda esperada e, a cada nível de renda esperada haja um nível mínimo de risco envolvido. Assim, gera-se a fronteira eficiente, que contém os pontos de decisão racional levando-se em conta renda, risco e o objetivo de se maximizar lucro (Figura 1).

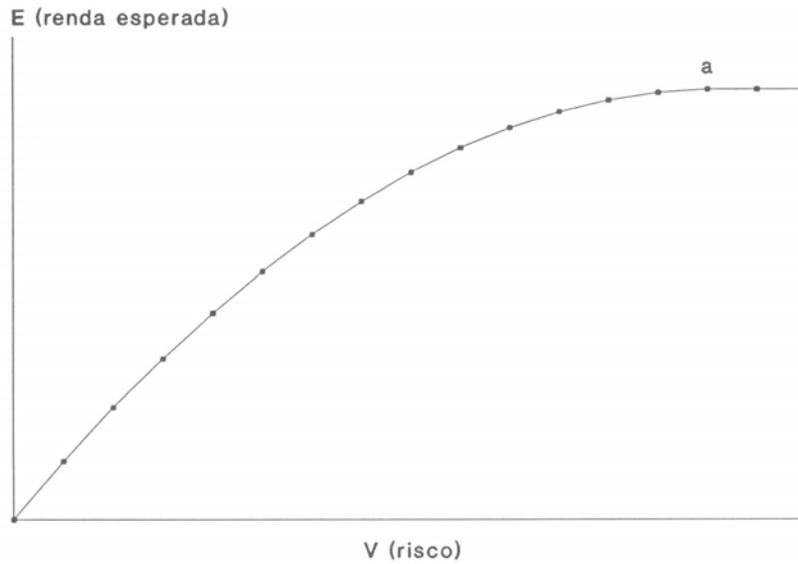


FIGURA 1 - Representação Gráfica da Fronteira Eficiente.
 Fonte: MARKOWITZ (1952).

O ponto **a** corresponde ao máximo de renda possível, dado por programação. Esse ponto é aquele em que se situa um tomador de decisão neutro em relação a risco.

Um tomador de decisão se situará mais distante desse ponto **a** e mais próximo à origem quanto mais averso ao risco for, isto é, quanto mais preferir um nível de renda mais modesto a um nível mais elevado de risco.

A incorporação do risco através da variância no planejamento de uma propriedade agrícola, conforme STOVALL (1966), se dá através de modelo de programação quadrática (PQ) que consiste em: minimizar

$$V(I) = \sum_i^m \sum_j^n \sigma_{ij} x_i x_j$$

sujeito a

$$\sum_{j=1}^n c_j x_j = I \quad (I = 0 \text{ até um valor máximo})$$

e também sujeito a

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i \quad (i = 1, 2, \dots, m),$$

onde:

$V(I)$ = variância da renda esperada;

n = número de atividades possíveis;

σ_{ij} = variância da renda esperada para a i -ésima atividade (se $i=j$);

σ_{ij} = covariância da renda esperada das i -ésimas e j -ésimas atividades (se $i \neq j$);

x_i e x_j = níveis das i -ésima e j -ésima atividades respectivamente; c_j = margem bruta unitária da j -ésima atividade;

I = nível de renda desejado;

a_{ij} = coeficiente da i -ésima restrição na j -ésima atividade;

b = nível da i -ésima restrição; e

m = número de restrições.

O modelo de PQ tem sido utilizado em estudos de administração e economia rural por diversos autores, entre eles PERES (1976), SOARES (1977) e ZANG (1983).

Modificações têm sido propostas ao modelo de programação linear com vistas à incorporação da variável risco através de um modelo menos complexo e mais facilmente operacionalizável que a PQ. Uma das modificações é a proposta por HAZELL (1971), através do modelo MOTAD (Minimização dos Desvios Absolutos Totais) que considera renda e desvio da renda no modelo. SCHURLE & ERVEN (1979) fornecem boa explicação a respeito do modelo, que consiste em:

minimizar

$$\sum_{h=1}^s y_{h^-}$$

sujeito a

$$\sum_{j=1}^n (c_{hj} - g_j) x_j + y_{h^-} \geq 0 \quad (\text{para } h = 1, 2, \dots, s);$$

$$\sum_{j=1}^n f_j x_j = I \quad (\text{para } I = 0 \text{ até nível máximo de renda});$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad (\text{para } i = 1, 2, \dots, m);$$

$$x_j, y_{h^-} \geq 0 \quad (\text{para todo } h \text{ e } j);$$

onde:

y_{h^-} = valores absolutos dos desvios negativos das margens brutas totais;

c_{hj} = margem bruta (receita bruta menos custos variáveis) da j-ésima atividade na h-ésima observação;

g_j = margem bruta média para a j-ésima atividade;

x_j = o nível da j-ésima atividade;

f_j = margem bruta da j-ésima atividade;

I = margem bruta esperada;

a_{ij} = coeficientes técnicos para a j-ésima atividade na i-ésima restrição;

b_i = nível da i-ésima restrição;

s = número de anos de observação;

m = número de restrições no modelo básico de programação linear; e

n = número de atividades no modelo básico de programação linear.

Através desse modelo gera-se uma fronteira

eficiente renda esperada (**E**) e desvios de renda (**A**) sendo que, para cada nível dado de renda esperada tem-se um nível mínimo de risco e a cada patamar de risco, o valor máximo da renda possível (Figura 2).

O ponto **x** é o ponto da fronteira que proporciona renda máxima possível (**e**) dadas as restrições consideradas. Esse ponto corresponde à solução da programação linear na sua forma original, sem considerar risco. O ponto **a** representa o menor desvio possível ao nível de renda esperado.

Esse modelo tem sido utilizado por muitos autores, como SCHURLE & ERVEN (1979), LIRA (1987), KAISER & BOEHLJE (1980) e BERBEL (1993), entre outros.

3 - METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido em uma empresa agrícola no município de Patrocínio, região do Triângulo e Alto Paranaíba, Estado de Minas Gerais.

A sede do município de Patrocínio dista 420km de Belo Horizonte, capital do Estado, e 140km de Uberlândia, principal cidade da região. Possui área de 2.838km² e população de 60.651 habitantes no município, conforme os resultados preliminares do Censo de 1991 (ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL, 1983 e 1993).

A cidade de Patrocínio está situada em área de cerrado, a 966m de altitude e possui como coordenadas geográficas 18°57'S e 47°00'W (ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE MINAS GERAIS, 1991).

O clima predominante do município é o Cwa de Koeppen, tropical de altitude com estação seca de inverno, verão quente e com temperatura média do mês mais quente (janeiro) por volta de 22°C e do mês mais frio, 17°C. O total pluviométrico anual alcança 1.500mm (EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS, 1990).

O município possui elevado efetivo de bovinos, 121.437 cabeças, com produção de 39.638 mil litros/ano de leite, e domínio da exploração de gado de corte (CENSO, 1991).

Patrocínio produz ainda café, com 20.454 hectares de área plantada, milho, 8.000 hectares, arroz, 3.298 hectares e soja, que ocupa área de 2.200 hectares (PRODUÇÃO, 1990).

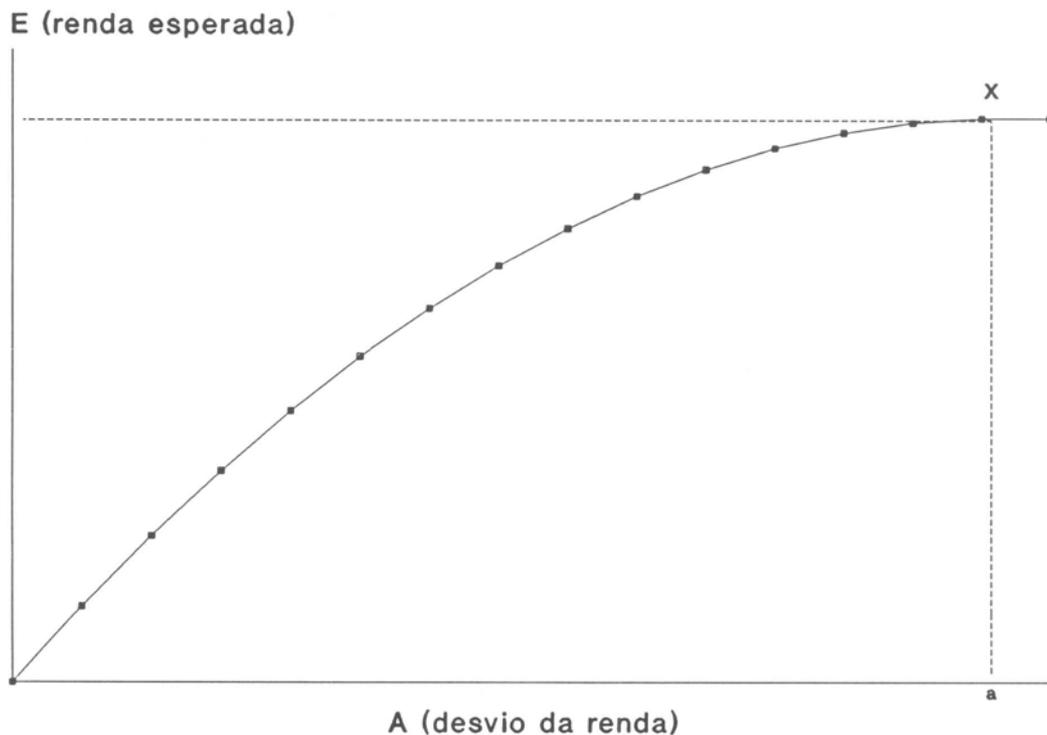


FIGURA 2 - Fronteira Eficiente Gerada a Partir do Modelo MOTAD.

Fonte: HAZELL (1971).

A propriedade escolhida para o estudo é a Fazenda Novo Riacho, que se localiza no município de Patrocínio, no km 25 da Rodovia Patrocínio-Perdizes, a 28km do centro da sede municipal. A Fazenda possui 2.364 hectares, dos quais 1.441 hectares⁷ são explorados com culturas perenes e temporárias. No ano agrícola 1990/91 foram cultivados 605 hectares de soja para venda de sementes, 631 hectares de milho, 8 hectares de arroz de sequeiro e 4,5 hectares de feijão não-irrigado. A área ocupada com cafeicultura se elevou a 193 hectares.

A Fazenda possui orientação empresarial e caracteriza-se por utilização intensiva de capital e por elevada produtividade de suas explorações. A cultura da soja possui produtividade de 2.467kg/ha e a de milho, 5.490kg/ha, de acordo com a média dos cinco anos agrícolas, compreendidos entre 1986/87 e 1990/91. A Fazenda possui um escritório regional na cidade de Patrocínio e um central em Belo Horizonte.

Esta empresa rural caracteriza-se, ainda, por um rigoroso controle dos processos de produção agrícola, o que dá origem a um documento anual no qual estão a experiência e os fatos importantes ocorridos durante o ano agrícola, como tecnologia incorporada, incidência de pragas e doenças, etc. Nesse documento registra-se também a programação das atividades a serem desenvolvidas no ano agrícola que se inicia, sendo um subsídio importante para a tomada de decisão na propriedade.

O controle do uso de máquinas, implementos e mão-de-obra, de custos diretos e indiretos da produção e da quantidade produzida é feito em nível de glebas, que são subdivisões, geralmente de dez a 100 hectares, existentes na propriedade. Esse controle é bem eficiente, principalmente nas áreas exploradas pelas culturas temporárias. Há, ainda, rigoroso controle das vendas da produção agrícola da Fazenda com registro da quantidade comercializada, nome do com-

prador e preço obtido pelo produto.

3.1 - O Modelo Utilizado

Utilizou-se o MOTAD, desenvolvido por HAZELL (1971). Tal modelo permite, dadas as diversas atividades, as restrições e os diversos níveis de renda esperados, minimizar o risco envolvido, o desvio esperado da renda, na combinação dessas atividades.

Os problemas montados foram resolvidos através de microcomputador, utilizando-se *software* convencional de programação linear.

As atividades produtivas escolhidas para integrarem o modelo foram cafeicultura, culturas de soja, milho e arroz e pecuária de corte. Café, soja e milho foram escolhidos por já ocuparem área expressiva na propriedade. A rizicultura foi incluída por ser opção de exploração em área de cerrado e por já ocupar alguma área na propriedade. A pecuária de corte foi incluída pela vocação natural da região, sendo, inclusive, a principal exploração do município em área ocupada, e pelo interesse demonstrado pelo proprietário nesta atividade. Incluíram-se, ainda, atividades que representam a contratação adicional de mão-de-obra comum a cada mês.

As restrições aos modelos constaram de área máxima possível de exploração, exigências de rotação, mão-de-obra disponível na propriedade, que inclui mão-de-obra comum e operadores de máquinas distintamente, e os tratores e as colheitadeiras disponíveis. Denominou-se mão-de-obra comum aquela destinada a serviços gerais na unidade de produção que não fosse a condução de máquinas.

Para cada uma das atividades produtivas foi calculada a margem bruta, a diferença entre receita total e os custos variáveis, nos cinco anos agrícolas compreendidos entre 1986/87 e 1990/91. Os valores nominais dos custos e das receitas foram atualizados para cruzeiros de junho de 1991, usando-se como deflator o Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna (IGP-DI), da Fundação Getúlio Vargas (FGV), e daí transformados em dólar pela cotação final de junho de 1991 (US\$1,00 = Cr\$312,23).

Para as culturas da soja e do milho, o cálculo dos custos variáveis, doravante chamados apenas de

custos, e das receitas foram feitos com base nos registros da propriedade nos cinco anos agrícolas entre 1986/87 e 1990/91. Tal período de tempo corresponde à maior série de dados existente na propriedade.

Considerando-se que a cafeicultura possui expressivo custo inicial de implantação, para se calcular o custo dessa cultura em cada ano agrícola somou-se o custo de produção à parcela referente à amortização do custo de formação. Nesse custo de formação se inclui custo de oportunidade do capital de 6% ao ano modificando, deste modo, o conceito de margem bruta. Como não há registros disponíveis sobre a atividade na propriedade, montaram-se matrizes de coeficientes técnicos e de custos que se aproximam da realidade da propriedade, tanto para formação como para produção.

Após se efetuarem os cálculos dos custos de formação e produção, procedeu-se ao cálculo da margem bruta esperada para o conjunto da atividade. A receita por hectare de cada ano agrícola foi encontrada através da multiplicação da produtividade esperada, 30 sacas de café beneficiado por hectare e do preço médio recebido por saca. Foram subtraídos da receita a quantia amortizável pela formação e o custo de produção, chegando-se à margem bruta anual, à média dos cinco anos agrícolas e aos desvios de cada ano agrícola em relação à média dos cinco anos.

Para a atividade de pecuária de corte considerou-se apenas a fase de engorda. A pastagem utilizada foi o braquiário. Utilizou-se o sistema de formação de pastagem conhecido por barreirão, com utilização de arroz de sequeiro na formação. O arroz e o capim são semeados conjuntamente, mas a semente do capim é enterrada a uma profundidade maior que a do arroz, o que retarda o seu desenvolvimento, não prejudicando a rizicultura. Após a colheita do arroz, a pastagem está renovada a custo reduzido pela receita da venda do arroz (KLUTHCOUSKI et alii, 1991; FRANCO, 1993). Para se contabilizar a margem bruta anual para o conjunto da atividade, que inclui a engorda propriamente dita e a renovação da pastagem, assumiu-se que, de cada 4 hectares dedicados à atividade durante um ano agrícola, 3 hectares estariam ocupados com a pastagem e 1 hectare estaria sendo ocupado pela renovação com cultura de arroz. Calculou-se, então, a margem bruta para os 4 hectares da atividade e a mé-

dia dessa margem bruta para 1 hectare, a cada ano agrícola, bem como os desvios em relação à margem bruta média dos cinco anos agrícolas considerados.

Houve restrição quanto à área máxima a ser explorada, 1.441 hectares, que é a área total cultivada na Fazenda. Duas restrições foram incluídas para se viabilizar a rotação soja e milho/arroz de maneira que a área com soja não seja nem menor que um terço nem três vezes maior que a área ocupada pela soma da área da rizicultura e cultura do milho. Essas restrições de rotação foram chamadas de "ROTAÇÃO1" e "ROTAÇÃO2". Assim, no máximo a cada quatro anos é garantida a rotação desejada.

Diversos problemas foram montados para se gerar planos de exploração sob risco, que subsidiem o processo de decisão na Fazenda, dados os diferentes níveis de renda esperados.

O problema básico, 000000, deu origem a todos os demais. O objetivo considerado foi a minimização do risco, quantificado pela soma dos valores absolutos dos desvios anuais negativos na propriedade.

Elaborou-se o problema denominado INT-MO que teve como objetivo determinar qual o risco envolvido na combinação de atividades escolhidas para a propriedade no ano agrícola 1990/91. Esse problema constou de restrições adicionais para garantir as áreas já exploradas na unidade de produção para cada uma das atividades.

Um outro problema, INT-MM, foi criado para se calcular qual o menor desvio possível considerando a margem bruta esperada, dadas as explorações da Fazenda em 1990/91.

Através de tentativas calculou-se, ainda, qual nível de renda proporciona o desvio observado no conjunto de atividades do ano agrícola 1990/91, que é o problema 676200. Ele visou a fornecer o nível ótimo das atividades produtivas que se propõem para se maximizar a margem bruta, considerando o nível de risco em que atua o empresário.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

O nível de risco envolvido nos diversos níveis de renda esperados aumenta com a margem bruta esperada. O risco, partindo de um valor de 40% em níveis bem baixos de margem bruta

(US\$50.000,00), alcança quase 49% no ponto de máxima margem bruta esperada, que equivale a US\$925.664,00 (Figura 3). Assim sendo, um problema que vise apenas a maximização da margem bruta como PATRPL, proporciona uma combinação de atividades de maior risco. Esta é uma questão desconsiderada em problemas de programação linear que não incorporam risco, uma vez que, no mundo real, administradores estão sempre enfrentando níveis maiores ou menores de risco, principalmente aqueles ligados a atividades rurais.

O traçado da fronteira eficiente na forma de risco *versus* renda (margem bruta) pode ser obtido pela simples mudança de eixos (Figura 3) e pela quantificação do risco em valores absolutos e não percentuais. O conjunto das atividades em curso na empresa em 1990/91 situa-se no ponto **f** (Figura 4).

A localização deste ponto pode ser vista com maior clareza na ampliação da fronteira gerada a partir de US\$500.000,00 de margem bruta (Figura 5). Tal ponto corresponde a uma expectativa de desvio de US\$309.793,00 e uma margem bruta esperada de US\$624.113,00. Percebe-se claramente que há uma combinação de atividades que é capaz de reduzir o risco esperado, fixando-se este nível de margem bruta. Tal combinação, que está representada pelo ponto **a**, proporciona uma expectativa de risco de US\$280.525,00. Outro plano de exploração que mantém o risco esperado em US\$309.793,00, como em **f**, é capaz de aumentar a expectativa de margem bruta para US\$676.200,00. Esse plano está representado pelo ponto **b** (Figura 5).

Os valores de margem bruta e risco equivalentes ao ponto **f** foram obtidos pelo problema INT-MO e equivalem à combinação de atividades em curso na Fazenda no ano de 1990/91. Referem-se a 193 hectares explorados com a cafeicultura, 605 hectares com a cultura do milho, 631 hectares com a cultura da soja e 8 hectares ocupados com a rizicultura (Tabela 1).

A alternativa de reduzir a expectativa de risco mantendo-se a mesma margem bruta esperada, o ponto **a**, é dada pelo problema INT-MM. Isto equivale a um ligeiro acréscimo na área ocupada pela cafeicultura e à intensificação do cultivo do milho, com rotação para a soja passando de periodicidade anual para trienal. Tal proposta é coerente com o fato de a soja apresentar-se como cultura de maior

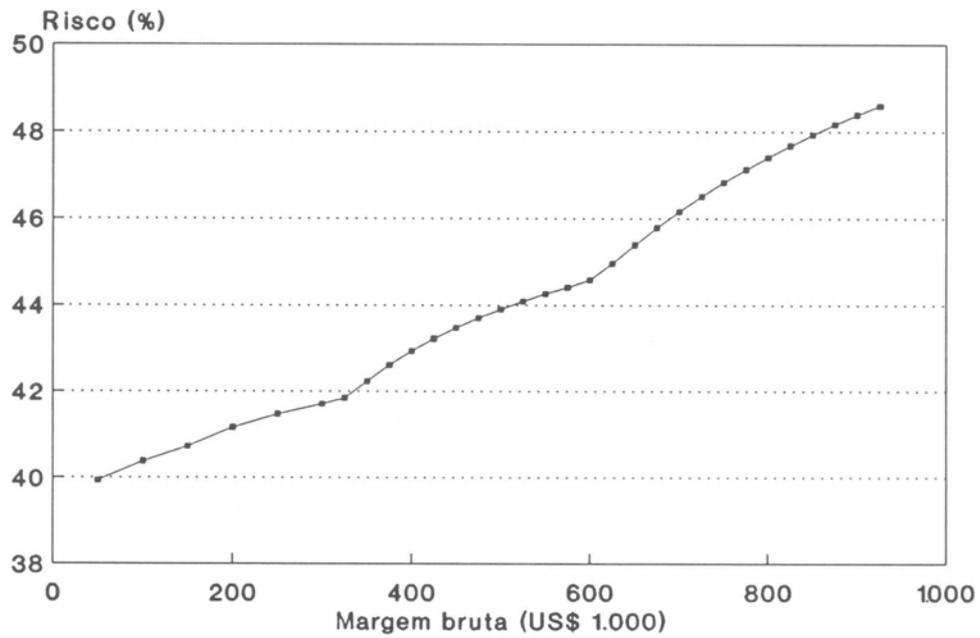


FIGURA 3 - Expectativas de Margem Bruta e Risco, Fazenda Novo Riacho, Patrocínio, Minas Gerais.
Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

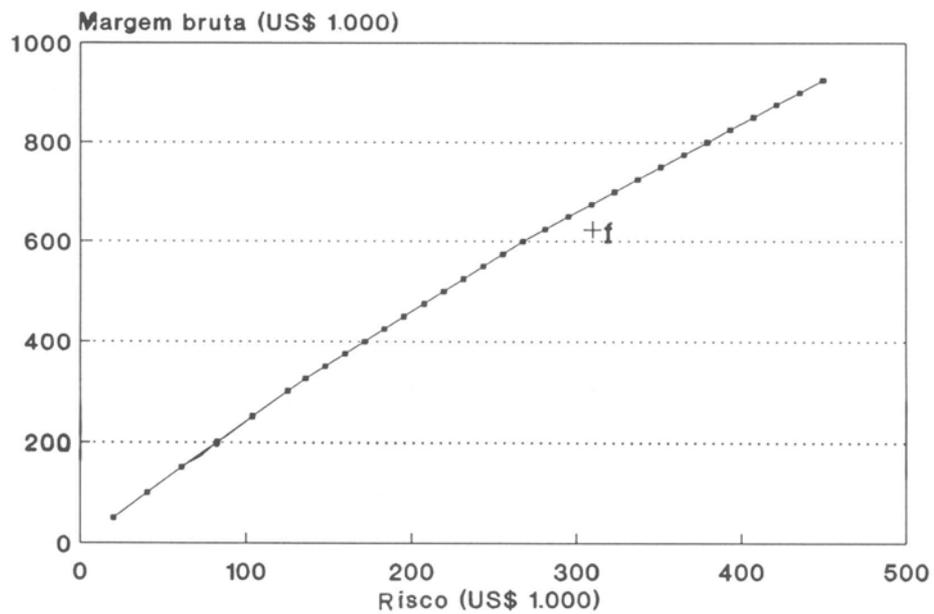


FIGURA 4 - A Fronteira Eficiente para a Fazenda Novo Riacho, Patrocínio, Minas Gerais.
Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

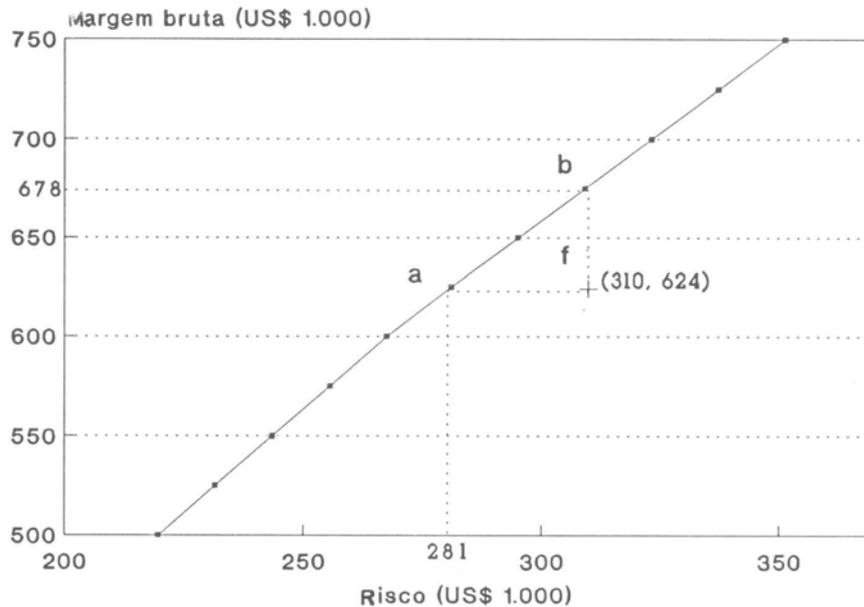


FIGURA 5 - A Fronteira Eficiente a Partir de US\$500,000.00 de Margem Bruta, Fazenda Novo Riacho, Patrocínio, Minas Gerais.

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

TABELA 1 - Combinação de Atividades, Risco e Margem Bruta Dados pelos Problemas INT-MO, INT-MM e 676200, Fazenda Novo Riacho, Patrocínio, MG

| Atividades e margem bruta | Área, risco e margem bruta | | |
|------------------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------|
| | INT-MO ¹ | INT-MM ² | 676200 ³ |
| Atividades produtivas ⁴ | | | |
| Café | 193,0 | 227,9 | 437,4 |
| Milho | 605,0 | 909,8 | 752,7 |
| Soja | 631,0 | 303,3 | 250,9 |
| Pecuária de corte | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Arroz | 8,0 | 0,0 | 0,0 |
| Risco ⁵ | 309.793,00 | 280.525,00 | 309.782,00 |
| Margem bruta total ⁵ | 624.113,00 | 624.113,00 | 676.200,00 |

¹Problema que considera a combinação de atividades existente na empresa no ano agrícola de 1990/91.

²Problema que visa minimizar o risco enfrentado pela empresa dado o nível de renda do problema INT-MO.

³Problema que visa maximizar a margem bruta obtida pela empresa dado o nível de risco do problema INT-MO.

⁴Área ocupada pelas explorações em ha.

⁵Em US\$ de junho de 1991.

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

risco e de a rotação anual com o milho ser fator de acréscimo ao risco esperado no conjunto das atividades da Fazenda.

A possibilidade de se aumentar a margem bruta esperada sem se alterar a expectativa de risco, o ponto **b** (Figura 5), é dada pelo problema 676200 (Tabela 1). Esse problema mantém uma proposta do INT-MM, milho com rotação trienal com soja, mas em áreas ligeiramente inferiores (752,7 hectares para milho e 250,9 hectares para soja). Tal problema recomenda a expansão da área de cafeicultura para 437,4 hectares como forma de aumentar a renda esperada da Fazenda de US\$624.113,00 para US\$676.200,00.

Os três problemas considerados utilizam intensivamente a mão-de-obra comum existente na empresa (Tabela 2).

Para os três planos de exploração em questão, a utilização média anual da mão-de-obra comum é de cerca de 73%, havendo alguns meses de maior ociosidade, como fevereiro, abril, setembro e outubro, cujos índices de ocupação estão entre 7% e 40%.

Diversos meses possuem taxa de ocupação de 100%, sugerindo a contratação adicional de mão-de-obra comum. Tal contratação de fato acontece entre agosto e junho, de 409,0 a 818,1 dias-homem, no problema INT-MO, totalizando 2.175,9 dias-homem, o que equivale a uma média de 181,3 dias-homem por mês (Tabela 3).

Considerando o problema INT-MM (que visa reduzir o risco esperado mantendo constante a renda esperada da empresa) nota-se um pequeno acréscimo na necessidade de mão-de-obra adicional, alcançando até 1.030,1 dias-homem no mês de junho, perfazendo um total de 2.791,3 dias-homem ou 232,6 dias-homem em média por mês. Esse pequeno acréscimo de demanda de mão-de-obra adicional deve-se ao pequeno aumento da área ocupada por cafeicultura nesse plano em relação às atividades da empresa em 1990/91.

Ao se propor aumento de renda esperada, mantendo-se a expectativa de risco (problema 676200), a necessidade de mão-de-obra adicional aumentou sensivelmente, alcançando 6.786,3 dias-homem no ano, perfazendo uma média de 565,5 dias-homem ao mês, com maior concentração nos meses de

junho (2.178 dias-homem), julho e agosto (1.118,0 dias-homem por mês). Isso se justifica pelo acréscimo da cafeicultura nesse plano de exploração.

A ocupação de operadores de máquinas, tratores e colheitadeiras não muda muito nas duas novas situações propostas em relação ao ano de 1990/91. Apenas se registrou um ligeiro acréscimo de uso de colheitadeiras em INT-MM, já que o milho demanda um pouco mais de tempo para ser colhido que a soja. Ocorreu, ainda, redução do uso das mesmas no problema 676200, visto que a cafeicultura dispensa o emprego dessas máquinas. A utilização semelhante desses três fatores nos três planos considerados indica que as mudanças propostas pelos problemas INT-MM e 676200 podem ser absorvidas por esses fatores de produção, não solucionando, entretanto, a ociosidade das colheitadeiras e dos tratores.

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após o término deste trabalho, considerando-se as suas limitações metodológicas, chega-se a algumas conclusões que podem oferecer novos instrumentos gerenciais à empresa agrícola.

a) O modelo MOTAD pode fornecer importantes informações em relação ao uso atual de recursos e o nível de risco enfrentado pelo tomador de decisão. Foi mostrado que a margem bruta poderia ser aumentada mantendo-se o atual nível de risco a que se expõe a empresa. Mostrou-se, ainda, que o nível de margem bruta em que opera a empresa poderia ser atingido com menor exposição ao risco.

b) Uma das preocupações da moderna administração de empresas agrícolas é a manutenção dos recursos no longo prazo de tal forma que exista uma contínua rentabilidade. A rotação de culturas é um importante instrumento de conservação de recursos naturais. O trabalho evidenciou que a rotação anual entre milho e soja mostrou ser uma opção de maior risco que a rotação trienal entre essas culturas sendo o milho a cultura principal. Essa rotação trienal, além de ser recomendável sob o ponto de vista técnico, é também interessante sob a ótica econômica, por diminuir risco.

c) As empresas com elevados investimentos

TABELA 2 - Utilização dos Fatores de Produção nas Combinações de Atividades Dadas pelos Problemas INT-MO, INT-MM e 676200, em Porcentagem do Total Disponível, Fazenda Novo Riacho, Patrocínio, MG

| Mês | Mão-de-obra comum | | | Operadores de máquinas | | |
|-------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| | INT-MO ¹ | INT-MM ² | 676200 ³ | INT-MO ¹ | INT-MM ² | 676200 ³ |
| Jan. | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 25,7 | 21,0 | 33,5 |
| Fev. | 7,7 | 8,0 | 6,6 | 20,1 | 29,5 | 24,4 |
| Mar. | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 48,3 | 50,6 | 59,0 |
| Abr. | 11,9 | 10,6 | 8,8 | 35,7 | 36,9 | 30,5 |
| Mai | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 15,4 | 7,4 | 6,1 |
| Jun. | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 35,7 | 51,7 | 50,9 |
| Jul. | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 69,0 | 67,7 | 64,1 |
| Ago. | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 69,0 | 67,7 | 64,1 |
| Set. | 40,0 | 33,8 | 30,1 | 51,5 | 40,0 | 39,2 |
| Out. | 27,3 | 26,5 | 21,9 | 26,3 | 24,6 | 20,4 |
| Nov. | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 55,8 | 57,3 | 57,5 |
| Dez. | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 80,2 | 81,9 | 73,8 |
| Utilização média ⁴ | 73,9 | 73,2 | 72,3 | 44,4 | 44,7 | 43,6 |
| Disponível por mês (h) | 2.288,0 | 2.288,0 | 2.288,0 | 2.464,0 | 2.464,0 | 2.464,0 |

| Mês | Tratores | | | Colheitadeiras | | |
|-------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | INT-MO ¹ | INT-MM ² | 676200 ³ | INT-MO ¹ | INT-MM ² | 676200 ³ |
| Jan. | 12,7 | 10,3 | 16,5 | - | - | - |
| Fev. | 2,6 | 3,6 | 3,0 | 34,4 | 51,7 | 42,8 |
| Mar. | 11,3 | 12,1 | 18,0 | 58,7 | 63,2 | 52,3 |
| Abr. | 5,2 | 4,8 | 4,0 | 58,7 | 63,2 | 52,3 |
| Mai | 2,5 | 1,2 | 1,0 | 23,9 | 11,5 | 9,5 |
| Jun. | 17,6 | 25,4 | 25,0 | - | - | - |
| Jul. | 33,9 | 33,3 | 31,5 | - | - | - |
| Ago. | 33,9 | 33,3 | 31,5 | - | - | - |
| Set. | 25,3 | 19,7 | 19,2 | - | - | - |
| Out. | 12,9 | 12,1 | 10,0 | - | - | - |
| Nov. | 27,4 | 2,2 | 28,2 | - | - | - |
| Dez. | 39,4 | 40,2 | 36,2 | - | - | - |
| Utilização média ⁴ | 18,7 | 16,5 | 18,7 | 43,9 | 47,4 | 39,2 |
| Disponível por mês (h) | 5.016,0 | 5.016,0 | 5.016,0 | 1.056,0 | 1.056,0 | 1.056,0 |

¹Problema que considera a combinação de atividades existente na empresa no ano agrícola de 1990/91.

²Problema que visa minimizar o risco envolvido dado o nível de renda do problema INT-MO.

³Problema que visa maximizar a margem bruta dado o nível de risco do problema INT-MO.

⁴Média dos doze meses para mão-de-obra comum, operadores de máquinas e tratores. Média de quatro meses, fevereiro a maio, para colheitadeiras.

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

TABELA 3 - Contratação Adicional de Mão-de-Obra Exigida pelos Problemas INT-MO, INT-MM e 676200 em Horas (h) e Dias-Homem (dh), Fazenda Novo Riacho, Patrocínio, MG

| Mês | INT-MO ¹ | | INT-MM ² | | 676200 ³ | |
|--------------|---------------------|---------|---------------------|---------|---------------------|---------|
| | h | dh | h | dh | h | dh |
| Jan. | 475,1 | 59,4 | 689,8 | 86,2 | 3.261,8 | 407,7 |
| Fev. | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Mar. | 378,0 | 47,3 | 780,7 | 97,6 | 3.337,1 | 417,1 |
| Abr. | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Mai | 1.582,4 | 197,8 | 2.194,2 | 274,3 | 6.248,7 | 781,1 |
| Jun. | 6.545,1 | 818,1 | 8.240,7 | 1.030,1 | 17.423,6 | 2.178,0 |
| Jul. | 3.272,3 | 409,0 | 3.978,1 | 497,3 | 8.944,2 | 1.118,0 |
| Ago. | 3.272,3 | 409,0 | 3.978,1 | 497,3 | 8.944,2 | 1.118,0 |
| Set. | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Out. | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Nov. | 1.671,0 | 208,9 | 2.351,7 | 294,0 | 5.458,1 | 682,3 |
| Dez. | 211,3 | 26,4 | 117,2 | 14,7 | 672,5 | 84,1 |
| Total | 17.407,5 | 2.175,9 | 22.330,5 | 2.791,3 | 54.290,2 | 6.786,3 |
| Média mensal | 1.450,6 | 181,3 | 1.860,9 | 232,6 | 4.524,2 | 565,5 |

¹Problema que considera a combinação de atividades existente na empresa no ano agrícola de 1990/91.

²Problema que visa minimizar o risco envolvido dado o nível de renda do problema INT-MO.

³Problema que visa maximizar a margem bruta dado o nível de risco do problema INT-MO.

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

em atividades produtivas muitas vezes têm dificuldades de especificar devidamente a ociosidade de máquinas e equipamentos usando métodos convencionais. Tal questão merece especial consideração em empresas agrícolas, que operam com maior ociosidade, dada a sazonalidade da produção. Os resultados da programação mostraram que há indícios de um nível de investimento em máquina e equipamentos além do necessário, dadas as atuais explorações da empresa.

Vale ressaltar que tais resultados foram

alcançados considerando como restrição de capital apenas um custo de oportunidade de 6% ao ano na formação da cafeicultura. Particularmente no período a que se refere o estudo, as taxas de juros reais estiveram muito elevadas inibindo investimentos na agricultura. Considerando restrição ao capital com tais níveis de taxas de juros, os resultados do trabalho seriam outros, possivelmente recomendando a aplicação em outros ativos, em detrimento do investimento produtivo no setor rural.

NOTAS

¹Trabalho referente ao projeto SPTC 16-019/92. Recebido em 08/07/94. Liberado para publicação em 22/09/94.

²Engenheiro Agrônomo, MS em Administração, Pesquisador Científico do Instituto de Economia Agrícola.

³Engenheiro Agrônomo, PhD em Economia Rural, Professor do Departamento de Administração e Economia Rural da Escola Superior de Agricultura de Lavras, Estado de Minas Gerais.

⁴Engenheiro Agrônomo, Dr. em Economia Rural, Professor do Departamento de Administração e Economia Rural da Escola Superior de Agricultura de Lavras, Estado de Minas Gerais.

⁵Engenheiro Agrônomo, MS em Administração Rural, Professor do Departamento de Administração e Economia Rural da Escola Superior de Agricultura de Lavras, Estado de Minas Gerais.

⁶Valores calculados a partir de dados de ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL, 1983 e 1993.

⁷.As demais áreas são em geral impróprias para a mecanização, dada a declividade do terreno.

LITERATURA CITADA

- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE MINAS GERAIS, 1990. Belo Horizonte, SCEI, 1991.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL, 1982 e 1992. Rio de Janeiro, FIBGE, 1983 e 1993.
- BERBEL, J. Risk programming in agricultural systems: a multiple criteria analysis. **Agricultural Systems**, Crow UK, **41(3):275-288**, 1993.
- CENSO AGROPECUÁRIO, 1985. Rio de Janeiro, FIBGE, 1991. n.18.
- EMANA, Bezabih & STORCK, Harmen. Improvement strategies for farming systems in the Eastern Highlands of Ethiopia. **Agricultural Economics**, Amsterdam, **8(1):57-77**, Dec. 1992.
- EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **Atlas climatológico do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 1990. n.p.
- FRANCO, Maristela. Plantar grãos é boa saída para reformar pastos do Cerrado. **DBO Rural**: Anuário 1993, SP, p.30-34, 1993.
- HAZELL, P. B. R. A linear alternative to quadratic and semivariance programming for farm planning under uncertainty. **American Journal of Agricultural Economics**, Davis, **53(1):53-62**, Feb. 1971.
- HEADY, Earl O. Diversification in resource allocation and minimization of income variability. **Journal of Farm Economics**, Lancaster, **34(4):482-496**, Nov. 1952.
- KAISER, E. & BOEHLJE, M. A multiperiod risk programming model of farm planning. **North Central Journal of Agricultural Economics**, s.l.p., **2(1):47-54**, 1980.
- KLUTHCOUSKI, João et alii. **Renovação de pastagens de cerrado com arroz**: I-Sistema barreira. Goiânia, EMBRAPA/CNPAF, 1991. 22p.
- LEITE, Luiz F. F. **Alternativas de produção em propriedades agrícolas do projeto de desenvolvimento rural integrado do Brejo Paraibano**. Lavras, ESAL, 1980. 120p. (Dissertação de Mestrado).
- LIRA, F.J. **O risco e a pequena produção de fumo no Estado de Alagoas**. Piracicaba: USP/ ESALQ, 1987. 82p. (Dissertação de Mestrado).

- MARKOWITZ, H. Portfolio selection. **Journal of Finance**, New York, **7**(1):77-91, 1952.
- PERES, F. C. **Derived demand for credit under conditions of risk**. Columbus, Ohio State University, 1976. 112p. Tese - PhD.
- PRODUÇÃO AGRÍCOLA MUNICIPAL, 1988. Rio de Janeiro, FIBGE, 1990. v.15, T.2.
- SCHURLE, B.W. & ERVEN, B.L. The trade-off between return and risk in farm enterprise choice. **North Central Journal of Agricultural Economics**, s.l.p., **1**(1):15-21, 1979.
- SILVA JÚNIOR, R. P. **Combinação da empresa de empreendimentos visando a maximização de renda das atividades agrícolas do pequeno produtor, município de Nova Resende - MG**. Lavras, ESAL, 1983. 94p. (Dissertação de Mestrado).
- SOARES, Augusto C. de M. **Resource allocation and choice of enterprise under risk on cotton farms in Northeast Brazil**. Columbus, Ohio State University, 1977. 226p. Tese - PhD.
- STOVALL, John G. Income variation and selection of enterprises. **Journal of Farm Economics**, Lancaster, PA, **48**(5):1575-1579, 1966.
- ZANG, Nelson. **Tecnologia recomendada como alternativa na combinação de atividades agrícolas sob condição de risco na microrregião 328 - Passo Fundo, RS**. Lavras, ESAL, 1983. 150p. (Dissertação de Mestrado).