

PLANEJAMENTO AGROPECUÁRIO
EM CONDIÇÕES DE RISCO:
UM ESTUDO DE CASO POR MEIO DE
UM MODELO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR, EM MINAS GERAIS

*José Newton Pires Reis** e *Alfredo Picerno Pongibove***

RESUMO - Este trabalho compreende a aplicação de dois métodos diferentes para avaliar a conveniência da contratação de um técnico agrícola que se incorpore ao gerenciamento de uma fazenda leiteira no centro-oeste mineiro. Primeiramente, desenvolve-se um modelo baseado no enfoque da média-variância, verificando-se a combinação de atividades que maximizam a margem bruta do empresário. Em seguida, utilizam-se técnicas conjuntas de programação linear e simulação, como forma de incorporar a aleatoriedade nos coeficientes do modelo básico. Observou-se grande aproximação entre os resultados, com a alternativa para a contratação de um técnico, de modo geral, mais vantajosa, quando comparada com a forma atual de gerenciamento, em particular quando se deseja obter níveis de renda mais elevados.

Termos para indexação: Administração rural, alocação de recursos, incertezas, distribuição cumulativa de probabilidade, MOTAD.

-
- 1 Engenheiro-agrônomo, professor adjunto do Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará. Caixa Postal 12.168, 60.021-970, Fortaleza, CE.
 - 2 Engenheiro-agrônomo, doutorando em Economia Agrária pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP. Av. Pádua Dias, 11. Caixa Postal 9, Piracicaba-SP.

AGRICULTURE AND ANIMAL HUSBANDRY PLANNING UNDER RISK CONDITIONS- A CASE STUDY THROUGH MODEL OF LINEAR PROGRAMMING, IN MINAS GERAIS

ABSTRACT - *This paper comprehends the application of two different methods to appreciate the convenience to employ an agricultural technician that incorporate himself at administration of cattle farm in Minas Gerais. Initially, a mean-variance model was used, examining combination of activities that maximize the entrepreneur's gross margin. Later on, the model used was based in linear programming and simulation, to incorporate stochastics coefficients in base model. It was observed likeness to results, being more advantageous to employ the technician, principally when the objective is getting highest income.*

Index terms: *Rural administration, resource allocation, uncertainty, accumulate probability distribution, MOTAD.*

INTRODUÇÃO

Administrar uma empresa é, principalmente, planejar e organizar esforços, priorizando a questão de alocação dos recursos limitados às atividades mais lucrativas, visando atingir objetivos previamente determinados.

É claro que toda empresa — seja ou não do setor rural — localiza-se em um ambiente. No caso da empresa rural, o ambiente no qual se enquadram seus problemas de gestão está sujeito a condicionantes particulares, resultantes das características específicas da atividade agrícola, as quais ressaltam a importância do planejamento nas suas funções administrativas.

Para KOONTZ *et alii* (1987), “a tarefa do planejamento é exatamente minimizar riscos, ao mesmo tempo em que tira proveito das oportunidades”.

A partir dessas características, o desenvolvimento de metodologias — capazes de auxiliar adequadamente os agricultores na tarefa de gerenciar a escolha entre diferentes alternativas em condições de risco — tem sido uma preocupação cada vez mais relevante nas últimas décadas, no campo da Economia.

A administração rural, a economia da produção e a econometria têm desenvolvido vários métodos para estudo e solução dos problemas econômicos, orientando a combinação dos recursos para obtenção de maiores rendas. Entre os vários métodos, estão a análise marginal, o método dos orçamentos e a programação linear.

A programação linear tem sido largamente utilizada, nos últimos trinta anos, pelos economistas agrícolas. Encontrou vasto campo de aplicação em nível de administração rural. No Brasil, embora existam trabalhos desenvolvidos há mais de vinte anos (SUGAI, 1972), limitações computacionais dificultaram seu desenvolvimento. Contudo, os últimos avanços no campo da informática contribuíram tanto para possibilitar esses desenvolvimentos, como para permitir uma aplicação prática, cada vez mais generalizada, destes.

Em conseqüência, a aplicação de metodologias que auxiliem a otimização da decisão do agricultor, em condições de risco, é, hoje, não só um recurso altamente produtivo, como também um instrumento realmente disponível no planejamento da empresa agrícola.

Este estudo de caso compreende a aplicação de dois diferentes modelos para avaliar a conveniência da contratação de um técnico agrícola que se incorpore ao gerenciamento de uma fazenda leiteira no centro-oeste mineiro, mais precisamente na região de Patos de Minas (MG).

Primeiramente, desenvolve-se um modelo baseado no enfoque da média-variância — como proposto por MARKOWITZ (1952) — verificando-se a melhor combinação atual de atividades que maximiza a margem bruta do empresário. Em seguida, examinam-se as possíveis diferenças naquela solução ótima, considerada a contratação do técnico agrícola. Mostra-se, por fim, para as duas situações, o *trade-off* entre lucro e risco com qual o empresário se defronta.

Numa segunda fase, utiliza-se um método de inclusão de riscos, por meio de técnicas conjuntas de simulação e programação linear, como

forma de incorporação da aleatoriedade nos coeficientes do modelo. A finalidade é avaliar a distribuição cumulativa de probabilidade da margem bruta do empresário, levando em consideração as regras de dominância estocástica.

Finalmente, procura-se fazer uma análise comparativa entre os dois modelos utilizados.

A natureza do problema analisado

A fazenda na qual se desenvolveu este trabalho, dispõe de 960ha — dos quais 500ha são agricultáveis. Atualmente, é administrada por seu proprietário e especializada na produção de leite. As informações necessárias para as tomadas de decisão são poucas e baseadas na experiência do administrador, o qual, todavia, não dedica todo seu tempo de trabalho na fazenda, ao manter, simultaneamente, atividades liberais na cidade.

Dessa forma, a renda do proprietário-administrador tem duas origens: o resultado líquido obtido da produção na fazenda e a remuneração pelo trabalho profissional na cidade.

O fato de o empresário não estar disposto a dedicar todo o seu tempo de trabalho exclusivamente a uma das duas atividades é justificado tanto pela satisfação pessoal obtida no desempenho destas, como pela percepção de que um mínimo de diversificação nas suas ocupações remuneradas pode diminuir seus riscos de caixa.

Também, ainda que transferisse a outra pessoa a maior parte da responsabilidade das atividades da fazenda, ele não se desvincularia completamente desta, sempre teria que lhe dedicar um mínimo de tempo.

Nessas circunstâncias, surge a interrogação: Seria conveniente, para o proprietário, a contratação de um técnico agrícola que se encarregasse, total ou parcialmente, da fazenda?

O objetivo deste trabalho é responder a esta pergunta, fornecendo instrumentos analíticos e informações — ao tomador de decisão — para a avaliação dos efeitos econômicos da contratação ou não de um técnico agrícola, em termos dos diferentes níveis de renda gerados por sua escolha.

O trabalho recorre aos instrumentais que a programação linear desenvolveu, ao considerar que todas as atividades consideradas estão, na

prática, sujeitas à variabilidade, que pode ser definida a partir de probabilidades estimadas de maneira subjetiva a partir de dados fornecidos pelo agricultor, associadas às séries históricas disponíveis.

METODOLOGIA

O enfoque metodológico adotado desenvolveu-se com uma visão de longo prazo. Porém, em vez de uma modelagem multiperiódica, optou-se por trabalhar com uma situação estabilizada, para não desviar a atenção e os esforços no processo de transição da situação atual até o novo equilíbrio.

Assim, a função objetivo representa a margem bruta anual do empresário, obtida no exercício de suas tarefas rurais e urbanas, em um “ano típico”, isto é, em um ano estabilizado.

Definiram-se a função objetivo e as restrições, apresentando, a seguir, as variáveis e os parâmetros utilizados no modelo.

O modelo geral é o definido como um “modelo estático e normativo”, na forma padrão de programação linear (HILLIER & LIEBERMAN, 1988).

As principais atividades consideradas foram:

1. as *atividades de produção*, limitadas àquelas existentes na fazenda: milho e sorgo para silagem, pastagem e formação de pastagem, gado seco e em lactação.

Essas atividades de produção foram organizadas em um sistema no qual as diferentes categorias *animais* mantêm uma proporção fixa entre si e são manejadas da seguinte forma: no *período das águas* — julho a dezembro —, todos os animais recebem alimentação exclusiva de pastagem, e, no *período das secas*, apenas o gado em lactação recebe suplementação de silagem e ração.

2. *Atividades de aquisição de touro, vacas secas e em lactação.*

3. *Atividades de aquisição de insumos*: compra de ração e compra de mão-de-obra, como forma de contrato extra de trabalho, quando a quantidade existente na fazenda não for suficiente;

4. *Quatro atividades de venda*: touro, vaca, novilha e bezerro.

Os coeficientes na função objetivo, do conjunto de atividades (1), (2) e (3), são constituídos pelos preços. As receitas correspondem a ele-

mentos com sinais positivos, e as despesas correspondem a elementos com valores negativos. Assume-se que as atividades em (2) sejam feitas no primeiro trimestre do ano e em (3), no último.

5. *Atividades de transferência de caixa* a uma taxa de juros reais de 6% ao ano.

6. *Atividades de crédito*: essas atividades permitem à firma tomar dinheiro emprestado no mercado, para aumentar a disponibilidade de capital a uma taxa de juros reais de 9% ao ano;

7. *Atividades de gerenciamento*: trabalho do técnico, trabalho urbano e rural do empresário.

O trabalho rural do empresário recebe valor zero na função objetivo, porque essa remuneração já está incluída, indiretamente, nas outras atividades do modelo.

As atividades propostas competem pelos recursos disponíveis na fazenda, colocados na forma de restrições. Tais restrições são definidas, a seguir, de acordo com os grupos de equações a que elas pertencem:

1. *Equações de terra*: estão divididas no total de terra disponível na fazenda e terras para culturas, em hectares.

2. *Equações de mão-de-obra*: inclui somente a mão-de-obra permanente disponível na fazenda. Mão-de-obra adicional pode ser contratada, a preços da região.

3. *Equações de gerenciamento*: esse conjunto de equações controla a administração das atividades da fazenda. O modelo permite flexibilidade na divisão das tarefas entre técnico e empresário. Por outro lado, a realização das atividades é inserida com eficiência diferenciada, de acordo com as respectivas habilidades.

4. *Equações de caixa*: quatro caixas são consideradas no modelo.

5. *Equações de crédito*: estão divididas em quatro equações. A capacidade de empréstimo foi definida em função do valor da propriedade.

6. *Equações de manejo*: incluem todas as demais restrições do modelo e definem o nível de tecnologia existente na fazenda.

Não se dispondo de informações históricas suficientes, a fonte principal de dados para as análises foi a própria empresa. Entretanto, apesar de certo grau de eficiência administrativa, a fazenda não dispunha de sistemas de contabilidade adequados que permitissem o uso desses da-

dos sem as necessárias precauções.

Por isso, os coeficientes técnicos da matriz foram calculados de maneira subjetiva, baseando-se na experiência do administrador — medidas por intermédio de entrevistas direta —, associada às informações especializadas em cada atividade selecionada. Os preços foram determinados de acordo com as informações existentes nas *Estatísticas de Preços* do Instituto de Economia Agrícola-SP, *Conjuntura Econômica*, *Suma Econômica* e boletins da Plano Consultoria Agropecuária, e convertidos em dólares vigentes no mercado, na data em que se fez o levantamento.

Procedimento

Na primeira fase do trabalho, admitiu-se conhecimento perfeito dos coeficientes técnicos, da disponibilidade de recursos e dos preços. Essa pressuposição é irrealista, embora permita explorar os principais estrangulamentos em nível de produção e procurar os meios mais adequados para selecioná-los e superá-los.

A segunda fase introduziu, explicitamente, o risco no modelo. Ao se considerar uma série histórica de doze anos para as variáveis incluídas no modelo, utilizou-se o MOTAD (Minimização dos Desvios Absolutos Totais), cuja formulação matemática pode ser encontrada em CRUZ (1984).

Ao se parametrizar o MOTAD desde o valor considerado da solução do modelo estático até valores próximos de zero, gera-se uma *fronteira eficiente*, correspondente às estratégias associadas a determinados valores esperados de margem bruta e que se caracterizam por apresentarem o menor desvio absoluto total com relação à média possível.

A terceira fase incluiu o risco por meio da aplicação simultânea de técnicas de simulação e programação linear.

A aplicação de técnicas de simulação em modelos de programação linear consiste na sucessiva resolução do problema determinístico, no qual, a cada resolução, os coeficientes aleatórios, com base nas respectivas funções de distribuição de probabilidades, são substituídos por valores obtidos pelos métodos adequados de geração de números randômicos.

Nesse sentido, desenvolveu-se um programa em *Basic*¹, que simula

coeficientes para as variáveis com distribuição triangular. Justifica-se a escolha pela distribuição triangular em função das limitações dos dados disponíveis.

De posse do conjunto de valores gerados para cada coeficiente, emprega-se o comando Batch, do programa LP88, para as simulações, calculando-se, sucessivamente, o modelo proposto.

Na última parte do trabalho, procura-se fazer uma análise comparativa entre os métodos utilizados.

RESULTADOS

Determinou-se — com a aplicação do modelo determinístico proposto — a solução do problema, apresentada na Tabela 1, a seguir. A margem bruta do empresário nesta solução foi de US\$ 29.062,98/ano.

Antes de se considerar a contratação do técnico, a solução ótima indicava que o empresário ofertava seu limite máximo de tempo para a fazenda — Tabela 1. Esse resultado se baseia no fato de que a disponibilidade de tempo de gerenciamento é uma restrição extremamente relevante para obter aumento de produção. Assim, com a introdução da possibilidade da contratação do técnico, o empresário cede o gerenciamento da fazenda a este, e dedica-se às suas atividades urbanas — Tabela 2. Observou-se, nesse caso, que, com o auxílio de crédito bancário, foi possível o aproveitamento mais intensivo das terras e mão-de-obra disponíveis, em razão da compra de animais e da maior necessidade da formação de pastos e silagem.

1 O programa denominado *Sitrian* foi elaborado pelo professor Rodolfo Hoffmann, do Departamento de Economia e Sociologia Rural da ESALQ/USP, Piracicaba-SP.

TABELA 1
Combinação de atividades que maximizam a margem bruta do empresário

<i>Atividades</i>	<i>unidades</i>	<i>valor</i>
Milho + sorgo	ha	2,1
Pastagem	ha	70,8
Formação de pasto	ha	10,6
Gado em ordenha	unidade animal	69,8
Gado seco	unidade animal	55,8
Trabalho urbano do empresário	dia-homem-ano	180,0
Trabalho rural do empresário	dia-homem-ano	180,0

Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA 2
Combinação de atividades que maximizam a margem bruta do empresário, com a alternativa de contratação do técnico

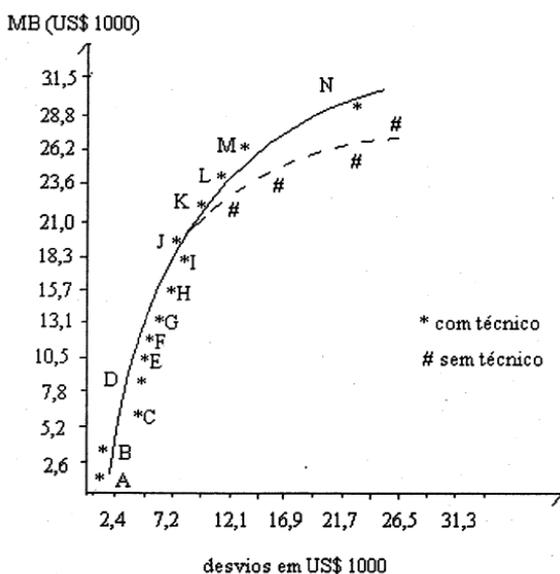
<i>Atividades</i>	<i>unidades</i>	<i>valor</i>
Milho + sorgo	ha	7,1
Pastagem	ha	201,0
Formação de pasto	ha	30,1
Gado em ordenha	unidade animal	149,0
Gado seco	unidade animal	119,2
Compra de gado em ordenha	unidade animal	49,0
Compra de gado seco	unidade animal	39,2
Trabalho do técnico	dia-homem-ano	330,3
Trabalho urbano do empresário	dia-homem-ano	315,0
Trabalho rural do empresário	dia-homem-ano	45,0

Fonte: Dados da pesquisa.

Com a introdução do risco no processo de decisão, usando-se o desvio absoluto em relação à média como variável *proxy*, foram geradas as *fronteiras eficientes* da Figura 1, a seguir. As combinações das atividades correspondentes a cada ponto da figura 1 estão apresentadas nas Tabelas 3 e 4.

Como pode ser observado, em níveis de renda abaixo de US\$ 20 mil (ponto J, na Figura 1), o trabalho do técnico não é incorporado no processo de produção. É preciso observar, no entanto, que para níveis de renda acima desse valor, a incorporação do técnico no processo produtivo sempre permite atingir curvas de iso-utilidades mais elevadas. Porém, deve-se salientar que, no intervalo entre US\$ 20 mil e US\$ 29 mil, a contratação do técnico é *teórica*, porque envolve quantidades muito pequenas.

FIGURA 1
"Fronteiras eficientes" para a firma



Desvios em US\$ mil.

TABELA 3
*Combinação de atividades nos
diversos pontos da fronteira eficiente, sem técnico*

<i>Atividades unid.</i>	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Milho + sorgo ha	0,0	0,13	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,8	1,1	1,4	1,7
Pastagem ha	2,1	4,4	6,7	9,0	11,3	13,6	16,0	18,0	20,6	23,0	29,4	39,7	49,9	60,2
Formação de pasto ha	0,3	0,6	1,0	1,3	1,7	2,0	2,4	2,7	3,1	3,4	4,4	5,9	7,4	9,0
Gado em ordenha UA	2,1	4,3	6,6	8,9	11,2	13,4	15,7	18,0	20,3	22,6	29,0	39,1	49,2	59,4
Gado seco UA	1,6	3,5	5,3	7,1	8,9	10,7	12,6	14,4	16,3	18,0	23,2	31,3	39,4	47,5
Trabalho Urbano DHA	26,4	55,0	83,6	112,1	140,7	169,3	198,0	226,9	225,8	284,7	285,1	259,0	233,0	206,9
Trabalho Rural do empresário DHA	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0	161,9	133,0	104,1	75,2	74,8	100,9	49,9	60,2

Fonte: Dados da Pesquisa

TABELA 4

*Combinação de atividade nos diversos pontos
da fronteira eficiente, com técnico*

<i>Atividades</i>	<i>unid.</i>	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Milho + sorgo	ha	0,06	0,13	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	1,0	1,2	1,4
Pastagem	ha	2,1	4,4	6,7	9,0	11,3	13,6	16,0	18,0	20,6	23,0	26,3	33,8	41,3	48,8
Formação de pasto	ha	0,3	0,6	1,0	1,3	1,7	2,0	2,4	2,7	3,1	3,4	3,9	5,0	6,1	7,3
Gado em ordenha	UA	2,1	4,3	6,6	8,9	11,2	13,4	15,7	18,0	20,3	22,6	25,9	33,3	40,7	48,1
Gado seco	UA	1,6	3,5	5,3	7,1	8,9	10,7	12,6	14,4	16,3	18,0	20,7	26,6	32,5	38,5
Trabalho	DHA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19,6	36,7	53,9	71,0
Trabalho urbano do empresário	DHA	26,4	55,0	83,6	112,1	140,7	169,3	198,0	226,9	225,8	284,7	315	315	315	315
Trabalho rural do empresário	DHA	180	180	180	180	180	180	161,9	133,0	104,1	75,2	45,0	45,0	45,0	45,0

Fonte: Dados da pesquisa.

SIMULAÇÃO E ANÁLISE DE RISCOS

O processo de simulação, compreendido pela geração simultânea de valores ao acaso para as variáveis, foi repetido cem vezes² para cada processo produtivo, isto é, com e sem técnico, e resultou nas distribuições de frequência da margem bruta do empresário, conforme figuras 2 e 3.

A frequência relativa das margens brutas foi tomada como medida da probabilidade de que as margens brutas indicadas nos intervalos venham a ocorrer.

Assim sendo, comparando-se, individualmente, a margem bruta de cada caso na situação determinística com a distribuição de frequência, podem-se tirar conclusões sobre o grau de risco envolvido.

O processo produtivo sem técnico apresentou margem bruta igual a US\$ 29.062,92/ano, verificando-se, assim, conforme o diagrama da Figura 2, que esse valor se situa no intervalo entre US\$ 28.280 e 29.390/ano, cuja probabilidade de ocorrência é de apenas 15%.

Com base na frequência acumulada, conclui-se que 65% das combinações criadas pela simulação apresentam margem bruta maior que US\$ 29.390/ano. Logo, o valor original (US\$ 29.062,92) poderá ser facilmente atingido sob as condições de risco consideradas.

No caso do processo produtivo com técnico, considerando-se a margem bruta de US\$ 43.942,53/ano e observando o resultado da simulação, verifica-se, conforme a figura 3, que aquela margem bruta se encontra no intervalo de US\$ 42.430 a US\$44.450/ano, cuja probabilidade de ocorrência é de 16%. Mas, em compensação, a simulação registra que a probabilidade de a margem bruta ser maior que US\$ 44.450/ano é de 58%, indicando relativa facilidade de se conseguir aquele valor determinístico.

A proposta de análise de risco apresentada no momento é útil, na medida em que infere maior confiabilidade quanto aos resultados obtidos pela análise determinista. Entretanto, para indicar a melhor alternativa

2 As restrições impostas à transferência dos dados aleatórios para o LP88 impuseram uma redução no número de valores amostrais simulados para o problema.

entre os processos produtivos empregados, foi utilizada a metodologia conhecida como Dominância Estocástica — Figura 4.

De posse das funções de distribuição cumulativas, concluiu-se, então, que o processo com técnico é dominante em relação ao processo sem técnico.

FIGURA 2

Distribuição de frequência da margem bruta do empresário, sem técnico

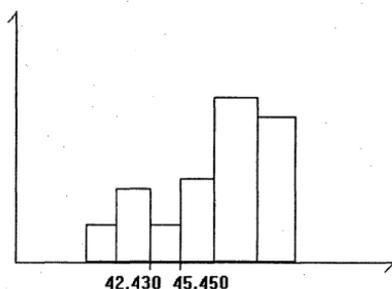


FIGURA 3

Distribuição de frequência da margem bruta do empresário, com técnico

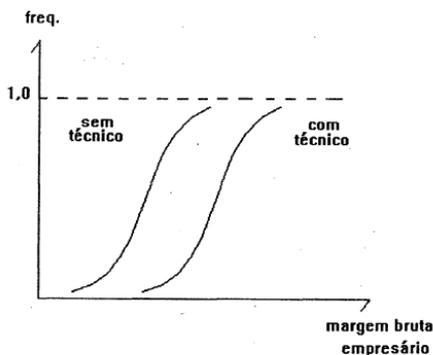
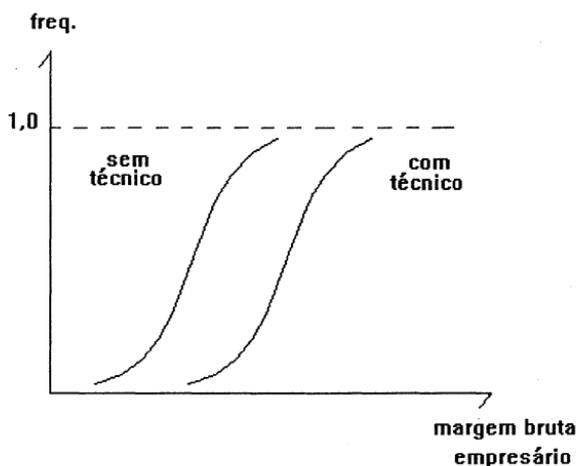


FIGURA 4

*Ilustração do 1º grau de dominância estocástica
(distribuição cumulativa de probabilidade da margem bruta do empresário)*



Análise comparativa entre os modelos

Nos processos de escolha de tecnologias, emprega-se, em geral, o método da análise da média-variância ou os processos de dominância estocástica. A diferença entre os dois métodos é relativo às pressuposições sobre as formas da função de utilidade e da função de distribuição das variáveis em estudo.

Neste trabalho, ao comparar os grupos definidos, observou-se grande aproximação entre os resultados.

Verifica-se que, em baixos níveis de renda, o trabalho do técnico não foi incluído no processo produtivo. Nesse caso, na figura 1 observa-se que as *fronteiras eficientes* coincidem até determinado nível de renda, a partir do qual o empresário transfere a atividade de gerenciamento da

fazenda para o técnico e prefere assumir níveis de riscos menores. Por sua vez, a Figura 4, ao mesmo tempo que reflete a preferência pelo processo produtivo com técnico, permite observar, claramente, os maiores níveis de renda envolvidos.

CONCLUSÕES

A contratação de um técnico para trabalhar na fazenda — objeto da análise — resulta em alternativa, *grasso modo*, mais vantajosa, quando comparada com a forma atual de gerenciamento, em particular quando se deseja obter níveis de renda mais elevados.

A conveniência da contratação do técnico foi comprovada quando a análise se desenvolveu em uma situação determinística, com o objetivo de maximizar a renda bruta anual do empresário. A conveniência verificou-se também quando a análise foi realizada, levando-se em consideração o risco associado à variabilidade dos preços dos produtores, insumos e serviços envolvidos nas atividades produtivas consideradas.

Assim, a *fronteira eficiente* gerada pela aplicação do MOTAD, mostra que, para se atingirem rendas acima de US\$ 20 mil, a opção de contratar técnico tem menor variabilidade e, em particular, só é possível obter rendas acima de US\$ 29 mil, ao se contratar um técnico.

De maneira similar, a outra forma de consideração de risco incluída neste trabalho — análise de dominância estocástica — mostrou que existe dominância de primeiro grau, no sentido de que a alternativa de contratação do técnico é preferida à alternativa de não contratação, sem a necessidade de se fazer, no caso, nenhuma pressuposição sobre o comportamento em relação ao risco do tomador de decisão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO FILHO, A. J. B. V. & PERES, F. C. {Competitividade da cultura da soja em uma empresa da região de Campinas, SP"}, in Embrapa-

DDT, *Planejamento da propriedade agrícola - modelos de decisão*, Brasília, 1984.

CRUZ, E. R. "Aspectos teóricos sobre incorporação de riscos em modelos de decisão", Embrapa- DDT, *Planejamento da propriedade agrícola - modelos de decisão*, Brasília, 1984.

DILLON, J. L. *Avaliação de tecnologias agrícolas alternativas sob risco*, Fortaleza, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, 1975, 22p.

GARCIA, J. C. & CRUZ, L. C. "Seleção, pela dominância estocástica, de práticas agrícolas eficientes com respeito ao risco; uma aplicação para a cultura do milho", *Revista de Economia Rural*, Brasília, 17(2):131-42, abr/jun 1979.

HAZELL, P. B. R. "A linear alternative to quadratic and semivariance programming for farm planning under uncertainty: reply", *American Journal Agriculture Economics*, 53(1), fev 1971.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. *Introdução a pesquisa operacional*. 3ª ed., São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 1988.

MARKOWITZ, H. "Portfolio Selection", *J. Finance*, 7(1), mar 1952.

PERES, F. C. "Planejamento da empresa agrícola em condições de risco", Embrapa-DDT. *Planejamento da propriedade agrícola - modelos de decisão*, Brasília, 1984.

SUGAI, Y. "Planejamento básico de uma empresa agropecuária pela programação linear", Viçosa. 1972. Mestrado - Universidade Federal de Viçosa.

