

CONTRIBUIÇÃO DA PROGRAMAÇÃO LINEAR NA GESTÃO DE CUSTOS E NA PRODUTIVIDADE EM UMA PROPRIEDADE RURAL

Isabel Von Grafen Ruberto

Acadêmica de Ciências Contábeis da Universidade de Cruz Alta – RS

Eliane Suely Everling Paim

Mestre em Modelagem Matemática

Luciana Paim Pieniz

Mestre em Desenvolvimento Sustentável

Taciana Mareth

Doutoranda em Engenharia da Produção (PUC/RJ)

RESUMO

O objetivo deste estudo foi realizar o mapeamento de custos, bem como elaborar os demonstrativos financeiros de uma propriedade rural produtora de grãos e leite, além de apresentar um modelo matemático que proporcione visualizar qual cultura trará maior rentabilidade, utilizando ferramentas de análise pelos métodos de custeio, e pela programação linear. Quanto aos procedimentos metodológicos, esta pesquisa está classificada como: pesquisa aplicada, pesquisa descritiva, pesquisa documental, estudo de caso, qualitativa e quantitativa. Os dados foram coletados através de observação assistemática e entrevista com o proprietário. A pesquisa foi realizada em uma propriedade rural localizada no interior da cidade de Fortaleza dos Valos-RS. Após a realização deste estudo se pode perceber que a programação Linear pode contribuir de forma significativa na gestão da propriedade rural.

Palavras-Chave: Produtividade. Custos. Programação Linear. Gestão.

CONTRIBUTION OF LINEAR PROGRAMMING IN COST MANAGEMENT AND PRODUCTIVITY IN A RURAL PROPERTY

ABSTRACT

The objective of this study was the mapping of costs as well as preparing the financial statements of a farm producing grain and milk, and presents a mathematical model that provides culture which will see greater profitability analysis tools by using costing methods, and linear programming. The methodological procedures, this research is classified as: applied research, descriptive research, desk research, case studies, qualitative and quantitative. Data were collected through systematic observation and interview with the owner. The survey was conducted in a rural property located within the city of Fortaleza dos Valos – RS. After this study can be seen that the linear programming can contribute significantly in the management of rural property.

Key-words: Productivity. Costs. Linear Programming. Management.

INTRODUÇÃO

Considerando o cenário econômico atual, pode-se perceber que a competitividade é um fator que está diretamente relacionado aos diversos segmentos da economia, inclusive nas atividades do setor primário, as quais estão em constante crescimento, segundo dados do Censo Agropecuário (2006).

O setor agrícola vem enfrentando, principalmente nos últimos anos, problemas relacionados à produtividade e a preço aliados à competitividade. Portanto, torna-se necessário buscar alternativas que amenizem os impactos financeiros ao produtor, principalmente pequenos e médios, que se encontra em situação desfavorável em relação aos grandes produtores.

Outro fator que diferencia as propriedades é a maneira de gerir seus negócios. Enquanto a grande propriedade possui um controle de produção baseado em relatórios e demonstrativos, nas pequenas, o próprio produtor faz anotações que não são suficientes para gerar relatórios e auxiliar na gestão.

Neste contexto, para auxiliar na gestão das propriedades, é possível utilizar-se das metodologias de custos para analisar e gerenciar os gastos de um determinado

período, verificando a possibilidade de reduções e a melhor forma de distribuir e evidenciar o custo do que foi produzido.

A fim de contribuir nesse processo de gestão, pode ser utilizada a programação linear, que é uma importante ferramenta para a tomada de decisões, principalmente por possibilitar a análise das limitações de recursos, tais como: capacidade técnica e financeira, mão-de-obra, dentre outras. Ou seja, a programação linear busca, através de modelos matemáticos, sugerir a distribuição mais eficiente dos recursos limitados, de maneira que possa maximizar lucros, ou minimizar custos.

Para tanto, foram analisados dados de uma propriedade rural no período de doze meses, referentes à produção leiteira e o cultivo de grãos. Esses dados foram organizados em planilhas do Excel® a fim de elaborar as demonstrações financeiras. Em seguida, apresentam-se os modelos matemáticos, a partir do *software* Lindo®.

REFERENCIAL TEÓRICO

CONTABILIDADE E GESTÃO RURAL

Através do conhecimento das condições de mercado e dos recursos naturais, o produtor rural deve decidir o quê, quanto e como produzir, controlar o andamento do trabalho e avaliar os resultados alcançados, com esse conjunto de informações se dá a Gestão Rural (CREPALDI, 1998).

A gestão rural juntamente com uma análise contábil estruturada auxilia o produtor na tomada de decisões, com a finalidade de obter uma produtividade maior e, conseqüentemente, um melhor resultado financeiro e econômico, utilizando os recursos existentes.

Um dos ramos da contabilidade a ser aplicado neste estudo, é a Contabilidade Rural, a qual analisa e descreve os fatos das empresas rurais. A contabilidade rural é uma ferramenta administrativa que tem por objetivo controlar o patrimônio das empresas rurais, apurando resultados e gerando informações aos seus usuários (CREPALDI, 1998).

Um sistema de custos completo tem objetivos amplos e bem definidos, que refletem sua importância como ferramenta para a administração dos diversos

empreendimentos, principalmente na agropecuária, onde o tempo entre produção e vendas diverge dos outros tipos de negócio, exigindo técnicas especiais para a apresentação do resultado econômico do empreendimento (SANTOS, MARION, SEGATTI, 2002).

Na contabilidade rural, como nos outros ramos, é necessário fazer distinção entre custos e despesas. Custo é o gasto que está diretamente relacionado com os bens ou serviços utilizados na atividade de produção, enquanto despesa são os gastos do período, que podem ser relativos a estocagem, conservação e venda dos produtos por exemplo (CREPALDI, 2002).

Nas bibliografias da área de custos, existem diferentes métodos de custeio e rateios classificados. Porém, no presente estudo, além de uma breve descrição dos rateios, serão descritos e utilizados os métodos de custeio por absorção e variável.

Os rateios são técnicas usadas para distribuir os custos que não conseguem ser vistos com objetividade e segurança aos produtos que se referem. Essas técnicas envolvem elevado risco, pois dependendo do critério adotado pode causar desvios significativos no resultado (RIBEIRO, 2004).

As análises CVL são modelos que visam demonstrar as relações entre vendas, custos (fixos ou variáveis), nível de atividade desenvolvido e o lucro alcançado, representados de forma gráfica ou matemática (WERNKE, 2001).

A análise do custo-volume-lucro consiste na comparação dos diversos resultados que podem ser apresentados por um empreendimento, e compreende conceitos de margem de contribuição, ponto de equilíbrio e margem de segurança. Para atender aos objetivos deste estudo, no entanto, serão utilizados somente os conceitos de ponto de equilíbrio e margem de contribuição.

O ponto de equilíbrio é aquele ponto (quantidade ou valor) em que a empresa equilibra custos com receitas, também pode ser chamado de ponto de ruptura, nivelamento, crítico ou ponto de quebra (DUTRA, 2003).

Além de analisar o ponto de equilíbrio, outro item importante na análise CVL é a Margem de Contribuição. Segundo Crepaldi (2002, p. 224) a “Margem de Contribuição

representa o valor que cobrirá os Custos e Despesas fixos da empresa e proporcionará o lucro”.

Perez Jr. *et al.* (2003) apresentam a margem de contribuição pela fórmula:

$$MC = PV - (CV + DV)$$

onde:

MC= margem de contribuição;

PV= preço de venda;

CV= soma dos custos variáveis;

DV= soma das despesas variáveis.

O estudo da margem de contribuição é fundamental para decisões de curto prazo, além de possibilitar análises objetivando a redução dos custos, bem como políticas de incremento de quantidade de vendas e redução dos preços de venda (WERNKE, 2001).

Depois de realizada a análise CVL o produtor deve saber se o seu empreendimento é viável, qual é o produto mais rentável ou lucrativo, quais as consequências da retirada de determinado produto do *mix* de produção, além das consequências trazidas por alterações feitas (DUTRA, 2003).

PROGRAMAÇÃO LINEAR

A Programação Linear (PL) foi desenvolvida após a Segunda Guerra Mundial, com o objetivo de resolver problemas de logísticas militares. A primeira aplicação foi em 1945, contudo, o grande marco na evolução dos seus estudos ocorreu em 1947 com o desenvolvimento do método simplex (CORRAR, TEÓPHILO, 2004).

O avanço tecnológico, fez com que mais tarde, a Programação Linear fosse utilizada como ferramenta de gestão empresarial e, neste contexto, é bastante utilizada para resolver problemas de alocação e distribuição de recursos (normalmente escassos), entre as tarefas a serem realizadas na organização.

A partir dessa evolução da ferramenta, diversos problemas em Contabilidade e Finanças podem ser resolvidos através da aplicação da Programação Linear, dentre eles estão decisões de investimentos, *mix* de produção, etc (CORRAR, TEÓPHILO, 2004).

A simplicidade do modelo envolvido e a disponibilidade de uma técnica de solução programável em computador facilitam a aplicação da Programação Linear, a qual é mais utilizada nos sistemas de produção, finanças, controles de estoque (SILVA et al., 1998).

No que diz respeito à insuficiência de recursos disponíveis para executar as atividades, Andrade (2004, p. 22) diz que “o que se procura, nesses casos, é encontrar a melhor distribuição possível dos recursos entre as diversas tarefas ou atividades, de modo a atingir um valor ótimo do objetivo estabelecido”.

Observando o objeto de estudo deste trabalho, a propriedade rural, Dossa (1994), completa que a Programação Linear é um instrumento que permite analisar uma propriedade agrícola do ponto de vista matemático, não tendo nenhum conteúdo econômico em si mesmo. O mesmo autor coloca que o interesse em utilizar a PL decorre de algumas preocupações básicas, onde uma delas é a modelização da propriedade, para que a partir de um modelo de base se possam desenvolver simulações e modificações no resultado.

Formulação do Problema

Formular um problema é o primeiro passo no estudo de programação Linear, significa traduzir sua informação descritiva para um modelo matemático (LANZER, 1988).

De acordo com Andrade (2004) a definição do problema baseia-se em três aspectos principais: descrição exata dos objetivos do estudo, identificação das alternativas de decisão existentes, reconhecimento das limitações, das restrições e das exigências do sistema.

Modelo Matemático

O modelo matemático da programação linear é composto de uma função objetivo linear e de restrições técnicas representadas por um grupo de inequações também lineares (SILVA *et al.*, 1998).

O mesmo autor acrescenta ainda, que vários tipos de modelos podem ser utilizados na solução de problemas gerenciais, desde um simples modelo conceitual até modelos matemáticos complexos que exigem força para sua formulação e operação.

Goldbarg e Luna (2000) colocam que “um modelo de programação linear é um modelo matemático de otimização no qual todas as funções são lineares”. Após a identificação e construção do modelo, se deve buscar a solução do problema. Andrade (2004) indica que a solução é obtida pelo algoritmo mais adequado em termos de rapidez e precisão da resposta, e esta solução é denominada solução ótima.

Cardoso *et al.*, (2005), apresenta um exemplo de modelo matemático (o qual pode ser usado neste estudo), expresso por:

$$MCT = \{[(Pa - CVa) * Qa] + [(Pb - CVb) * Qb] + [(Pc - CVc) * Qc] + [(Pd - CVd) * Qd]\}$$

Onde:

MCT = Maximização da Margem de Contribuição Total

P= Preço

CV= Custo Variável

Q= Quantidade

a= Quantidade do Produto a

b= Quantidade do Produto b

c= Quantidade do Produto c

d= Quantidade do Produto d

Problemas de Planejamento Agrícola

Um dos objetivos desta pesquisa é criar um modelo matemático que minimize custos e que maximize a produção de uma propriedade rural. Segundo Caixeta-Filho (2004) uma das aplicações mais clássicas de programação linear é o planejamento agrícola, ou mais gerencialmente, planejamento agroindustrial.

Num problema de planejamento agrícola, o tomador de decisões tem basicamente à sua disposição determinada área, certa disponibilidade de mão-de-obra e capital, além de observar características tecnológicas e de capacidade organizacional. Seu objetivo principal diz respeito à maximização de lucro a partir das opções de negócios disponíveis (CAIXETA-FILHO, 2004).

No processo de decisão empresarial, normalmente são utilizados diversos critérios de avaliação das alternativas que se apresentam, fazendo, com isso, que durante o processo surjam novas alternativas ou que sejam incluídas novas informações relevantes ao problema (CORRAR E THEÓPHILO, 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em relação ao primeiro objetivo, foram sistematizados os custos da propriedade através dos relatórios emitidos pelo software Gerenciamento Rural do SEBRAE utilizado por ela, bem como, analisados e organizados.

Para atender ao segundo objetivo, foram elaborados os demonstrativos financeiros de cada cultura separadamente, utilizando o custeio por absorção e o custeio variável. Estes demonstrativos foram criados utilizando o Excel®.

Os dados utilizados nos demonstrativos em questão foram extraídos dos relatórios emitidos pelo software. Neles estavam evidenciados as receitas e as despesas de cada atividade, de forma aleatória.

Ao analisar os demonstrativos, pode-se perceber que a propriedade teve, no período de doze meses, um lucro operacional total de R\$ 335.045,36 (trezentos e trinta e cinco mil e quarenta e cinco reais, trinta e seis centavos), conforme Quadro 1.

Cultura	Quantidade Hectares	Lucro Total (R\$)	Lucro por Hectare (R\$)
Aveia Preta	37	8.232,25	222,49
Milho Irrigado Silagem	43	53.660,97	1.247,93
Milho Irrigado Indústria	17	23.916,79	1.406,87
Feijão Irrigado Safra	47	70.451,60	1.498,97
Feijão Irrigado Safrinha	57	52.573,51	922,34
Soja Sequeiro	27	22.027,31	815,83
Soja Irrigado Safra	10	11.252,76	1.125,28
Soja Irrigado Safrinha	50	40.427,27	808,55
Leite	32	52.502,90	1.640,72
TOTAL	320	335.045,36	

Quadro1: Lucratividade do período.

Fonte: o autor (2011).

No Quadro 1 apresenta-se cada cultura individualmente, com a quantidade de hectares ocupados por ela, além do lucro total da área e de cada hectare.

É importante lembrar que estas culturas são produzidas alternadamente durante o ano (verão e inverno), por isso, a quantidade de hectares utilizada para fazer o cálculo do problema, duplicou, com exceção da área referente a laticínios que ocupa sempre a mesma área.

Também foram verificados os custos fixos e variáveis por hectare, de acordo com o Quadro 2.

Cultura	Custos Fixos/ha (R\$)	Custos Variáveis/ha (R\$)
Aveia Preta	9,53	158,78
Milho Irrigado Silagem	645,43	1.623,84
Milho Irrigado Indústria	636,43	1.473,90
Feijão Irrigado Safra	506,33	1.072,25
Feijão Irrigado Safrinha	460,26	1.011,05
Soja Sequeiro	276,80	629,98
Soja Irrigado Safra	291,78	879,74
Soja Irrigado Safrinha	288,04	817,41
Leite	6.854,13	14.181,92
Total Geral	333.084,00	729.279,84

Quadro2: custos fixos e variáveis por hectare

Fonte: o autor (2011).

No Quadro2 estão evidenciados os custos fixos e variáveis de cada cultura de acordo com os demonstrativos financeiros elaborados utilizando o método variável. Estes valores representam o custo por hectare.

Para atender aos objetivos, também se calculou o ponto de equilíbrio contábil de cada cultura, conforme Quadro 3:

Cultura	Ponto de Equilíbrio (sacas/ha)
Aveia Preta	1
Milho Irrigado Silagem	61
Milho Irrigado Indústria	56
Feijão Irrigado Safra	11

Feijão Irrigado Safrinha	11
Soja Sequeiro	11
Soja Irrigado Safra	12
Soja Irrigado Safrinha	13
Leite	38

Quadro3: Ponto de Equilíbrio

Fonte: o autor (2011).

Variáveis de Decisão

Na construção do modelo matemático foram utilizadas na função objetivo as variáveis de decisão conforme Quadro 4.

Xi	Variáveis de Decisão
X ₁	Quantidade de sacas de Aveia-Preta a ser cultivada
X ₂	Quantidade de sacas de Milho Irrigado Silagem a ser cultivado
X ₃	Quantidade de sacas de Milho Irrigado Indústria a ser cultivado
X ₄	Quantidade de sacas de Feijão Irrigado Safra a ser cultivado
X ₅	Quantidade de sacas de Feijão Irrigado Safrinha a ser cultivado
X ₆	Quantidade de sacas de Soja Sequeiro a ser cultivado
X ₇	Quantidade de sacas de Soja Irrigado Safra a ser cultivado
X ₈	Quantidade sacas de Soja Irrigado Safrinha a ser cultivado
L	Quantidade equiv de sacas de Leite a ser cultivado

Quadro4: variáveis de decisão

Fonte: o autor (2011)

Função Objetivo

A função objetivo busca a maximização do lucro total da propriedade, de acordo com a lucratividade apurada em cada cultura através dos demonstrativos financeiros. Desta forma, para construir a função objetivo foram utilizados os dados de lucratividade do Quadro 1:

$$Z_{\max} = 222,49X_1 + 1.247,93X_2 + 1.406,87X_3 + 1.498,97X_4 + 922,34X_5 + 815,83X_6 + 1.125,28X_7 + 808,55X_8 + 1.640,72L \quad (1)$$

Restrições de Produção

As restrições da produção foram definidas de acordo com algumas limitações de recursos da propriedade.

As restrições elaboradas para o modelo matemático estão apresentadas a seguir:

$$X_1+X_2+X_3+X_4+X_5+X_6+X_7+X_8+L= 352 \text{ (número de hectares disponíveis para culturas de verão e inverno)} \quad (2)$$

$$2L<64 \text{ (quantidade de hectares utilizados para a atividade leiteira, ou seja, 32 ha no inverno e 32 ha no verão)} \quad (3)$$

$$9,53X_1+645,43X_2+636,43X_3+506,33X_4+460,26X_5+276,80X_6+291,78X_7+288,04X_8+6.854,13L<333.084 \text{ (custos fixos por hectare)} \quad (4)$$

$$158,78X_1+1.623,84X_2+1.473,90X_3+1.072,25X_4+1.011,05X_5+629,98X_6+879,74X_7+817,41X_8+14.181,92L<729.279,84 \text{ (custos variáveis por hectare)} \quad (5)$$

$$25X_1>1 \quad (6)$$

$$180X_2>61 \quad (7)$$

$$180X_3>56 \quad (8)$$

$$45X_4>11 \quad (9)$$

$$35X_5>11 \quad (10)$$

$$45X_6>11 \quad (11)$$

$$60X_7>12 \quad (12)$$

$$50X_8>13 \quad (13)$$

$$566L>38 \quad (14)$$

A primeira restrição, correspondente à Equação (2), apresentada no modelo é referente à quantidade de hectares disponíveis na propriedade. Sabe-se que a área explorada da propriedade são 176 hectares, sendo 144 hectares para o cultivo de grãos e 32 hectares para a atividade leiteira. Como a análise está sendo feita com base em um ano agrícola, este número dobra, pois a terra é manejada mais de uma vez no ano, através da rotação de culturas.

A segunda restrição, correspondente à Inequação (3), mostra que a atividade leiteira ocupa 32 hectares, porém, para comparar com as demais culturas utiliza-se o dobro (64 hectares) para um ano.

Na terceira restrição, correspondente à Inequação (4), têm-se os custos fixos por hectare correspondentes a cada cultura e a atividade leiteira no período/ano em estudo. Estes dados se originam do Quadro 2. Os custos variáveis de cada cultura e da atividade

leiteira por hectare são apresentados na quarta restrição e igualmente foram extraídos do Quadro 2.

Nas nove restrições seguintes, (6) a (14) é apresentada a comparação entre a quantidade de sacas produzidas em cada cultura (sacas/hectare) e o ponto de equilíbrio contábil desta mesma cultura, ou seja, qual é o ponto onde não existe lucro nem prejuízo. Essa observação vale também para a atividade leiteira. É importante salientar que a produção leiteira foi transformada em quantidade correspondente a sacas de soja, a fim de criar um mesmo parâmetro de comparação entre as culturas. Estes dados foram utilizados a partir do Quadro 3.

Após a elaboração do modelo, foram feitas simulações e o resultado está apresentado na Figura 1:

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 10

FUNÇÃO OBJETIVO

1) 527095.9

VARIÁVEIS	RESULTADO (HA)	
X1	1.000000	-222.490005
X2	1.000000	-1247.930054
X3	1.000000	-1406.869995
X4	321.000000	-1498.969971
X5	1.000000	-922.340027
X6	1.000000	-815.830017
X7	1.000000	-1125.280029
X8	1.000000	-808.549988
L	24.000000	-1640.719971

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	0.000000
3)	16.000000	0.000000
4)	3444.687012	0.000000
5)	38126.781250	0.000000
6)	24.000000	0.000000
7)	119.000000	0.000000
8)	124.000000	0.000000
9)	14434.000000	0.000000
10)	24.000000	0.000000
11)	34.000000	0.000000
12)	48.000000	0.000000
13)	37.000000	0.000000
14)	13546.000000	0.000000

Figura 1: resultado primeira simulação
Fonte: software Lindo®

De acordo com a primeira simulação, a propriedade deveria produzir maior quantidade da variável X_4 , ou seja, deveria produzir no ano todo feijão irrigado safra.

Deveria também, utilizar 24 hectares para o leite. Com isso, teria um lucro operacional total de R\$ 527.095,90 (quinhentos e vinte e sete mil noventa e cinco reais e noventa centavos).

Sabendo que a quantidade de hectares total da propriedade foi duplicada devido ao manejo do ano agrícola, se torna inviável seguir este resultado. Portanto, é necessário acrescentar uma restrição que limitará a cultura de feijão em 144 hectares. Essa restrição é representada em (15).

$$X_4 < 144 \quad (15)$$

O resultado da segunda simulação está apresentado na Figura 2:

FUNÇÃO OBJETIVO		
1)	509858.8	
VARIÁVEIS		
VARIÁVEL	RESULTADO (HA)	
X1	1.000000	-222.490005
X2	1.000000	-1247.930054
X3	182.000000	-1406.869995
X4	144.000000	-1498.969971
X5	1.000000	-922.340027
X6	1.000000	-815.830017
X7	1.000000	-1125.280029
X8	1.000000	-808.549988
L	20.000000	-1640.719971
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	0.000000
3)	24.000000	0.000000
4)	5287.785645	0.000000
5)	17866.806641	0.000000
6)	24.000000	0.000000
7)	119.000000	0.000000
8)	32704.000000	0.000000
9)	6469.000000	0.000000
10)	24.000000	0.000000
11)	34.000000	0.000000
12)	48.000000	0.000000
13)	37.000000	0.000000
14)	11282.000000	0.000000
15)	0.000000	0.000000

Figura 2: resultado segunda simulação

Fonte: software Lindo®

De acordo com esta segunda simulação, as culturas de milho irrigado indústria (X_3) e feijão irrigado safra (X_4) deveriam ser produzidas na quantidade de 182 e 144 hectares, respectivamente, para assim, ter um lucro operacional total de R\$ 509.858,80 (quinhentos e nove mil oitocentos e cinquenta e oito reais e oitenta centavos).

Sem levar em consideração o excesso de hectares necessários para o milho irrigado indústria, o resultado foi apresentado ao proprietário.

Após conversar com o proprietário a respeito destas simulações, o mesmo informou que parte deste resultado seria inviável, considerando que o maquinário utilizado para a produção de feijão é adaptado. Para investir em uma área maior desta cultura seria necessário adquirir maquinários específicos para esta cultura, o que iria resultar em grande investimento financeiro. Além disso, o proprietário comentou que o feijão é uma cultura bastante instável no que se refere a preço.

Devido ao excesso de hectares apresentados a cultura de milho irrigado indústria, na segunda simulação, Figura 2, acrescentou-se ao modelo, a restrição referente à Inequação (16), a fim de limitar, também, esta cultura a 144 hectares.

$$X_3 < 144 \quad (16)$$

O resultado desta simulação está apresentado na Figura 3.

FUNÇÃO OBJETIVO

1) 503819.1

VARIÁVEIS	RESULTADO (HA)	
X1	1.000000	-222.490005
X2	39.000000	-1247.930054
X3	144.000000	-1406.869995
X4	144.000000	-1498.969971
X5	1.000000	-922.340027
X6	1.000000	-815.830017
X7	1.000000	-1125.280029
X8	1.000000	-808.549988
L	20.000000	-1640.719971

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	0.000000
3)	24.000000	0.000000
4)	4945.785645	0.000000
5)	12169.089844	0.000000
6)	24.000000	0.000000
7)	6959.000000	0.000000
8)	25864.000000	0.000000
9)	6469.000000	0.000000
10)	24.000000	0.000000
11)	34.000000	0.000000
12)	48.000000	0.000000
13)	37.000000	0.000000
14)	11282.000000	0.000000
15)	0.000000	0.000000
16)	0.000000	0.000000

Figura 3: resultado terceira simulação

Fonte: software Lindo®

Nesta terceira simulação, o lucro total operacional apresentado é de R\$503.819,10 (quinhentos e três mil oitocentos e dezenove reais e dez centavos). Este lucro é obtido através do cultivo de 39 hectares de milho irrigado silagem (X_2), 144 de

milho irrigado indústria (X_3), 144 de feijão irrigado safra (X_4), juntamente com a utilização de 20 hectares para o leite (L), além do que a função objetivo indica a possibilidade de redução de custos fixos no montante de R\$4.945,78.

Esta terceira simulação é a que possui o resultado mais adequado para o problema em questão. A comparação dos resultados contábeis e do modelo está no Quadro5:

	Critério Contábil	Modelo Matemático
Lucratividade Total (R\$)	335.045,36	503.819,10
Área cultivada (hectare)		
Aveia Preta	37	1
Milho Irrigado Silagem	43	39
Milho Irrigado Indústria	17	144
Feijão Irrigado Safra	47	144
Feijão Irrigado Safrinha	57	1
Soja Sequeiro	27	1
Soja Irrigado Safra	10	1
Soja Irrigado Safrinha	50	1
Leite	32	20

Quadro 5: Lucratividade por hectare.

Fonte: o autor (2011)

No Quadro 5 é mostrada a lucratividade obtida através da utilização dos critérios contábeis, bem como do modelo matemático. Evidencia também, a área utilizada para cada cultura de acordo com os critérios contábeis, bem como a sugestão dada pelo modelo matemático.

CONCLUSÃO

Com a realização do presente estudo, foi possível verificar a existência de significativa contribuição da programação linear na gestão de custos e produtividade de uma propriedade rural, objetivo principal do mesmo.

Através do levantamento de custos e da elaboração dos demonstrativos financeiros, foi apurado o lucro total do período e em cima deste, se criou os modelos matemáticos, encontrando aquele que proporcionou maior lucratividade para a propriedade.

Com a visualização do modelo matemático, conclui-se que as culturas que apresentam maior rentabilidade e, portanto, devem ser produzidas em maior área, são as culturas de feijão irrigado safra, milho irrigado indústria, milho irrigado silagem e leite, respectivamente.

Com a utilização do mix apontado pela programação linear neste estudo, é possível aumentar o lucro total da propriedade de R\$ 335.045,36 (trezentos e trinta e cinco mil e quarenta e cinco reais, trinta e seis centavos) para R\$503.819,10 (quinhentos e três mil oitocentos e dezenove reais e dez centavos) no mesmo período, utilizando assim, de forma eficiente os recursos disponíveis nela, possibilitando inclusive, a redução de parte dos custos fixos.

O critério contábil leva em consideração diversos fatores relacionados a produção e aos custos, enquanto o modelo matemático utiliza um método exclusivamente numérico, ou seja, não considera variáveis e fatores externos.

Através disso, percebe-se que devem ser analisados os dois resultados (contábil e modelo matemático) em conjunto, além de fatores como sazonalidade, rotação de culturas, disponibilidade de recursos, dentre outros, para viabilizar a tomada de decisão mais apropriada ao cenário em estudo.

Para a continuidade desse estudo sugere-se verificar quais as limitações que inviabilizariam a produção da forma como é sugerido através da simulação do modelo, considerando outras variáveis igualmente apropriadas.

REFERÊNCIAS:

ANDRADE, Eduardo Leopoldino de. **Introdução à Pesquisa Operacional: Métodos e Modelos para Análise de Decisões**. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

CAIXETA-FILHO, José Vicente. **Pesquisa Operacional: Técnicas de Otimização Aplicadas a Sistemas Agroindustriais**. São Paulo: Atlas, 2004.

CARDOSO, Amilton Fernando. *et al.* **A Programação Linear como um Método Quantitativo no Controle e Apoio à Tomada de Decisão na Gestão de Custos**. IX Congresso Internacional de Custos - Florianópolis, SC, Brasil, 28 a 30 de novembro de 2005

CREPALDI, Silvio Aparecido. **Contabilidade Rural**. São Paulo: Atlas, 1998.

CREPALDI, Silvio Aparecido. **Curso Básico de Contabilidade de Custos**. São Paulo: Atlas, 2002.

CORRAR, Luiz J; THEÓPHILO, Carlos Renato. **Pesquisa Operacional para decisão em Contabilidade e Administração**. São Paulo: Atlas, 2004.

DOSSA, Derli. **Programação Linear na Gestão da Propriedade Rural: Um Enfoque Alternativo**. Revista Teoria e Evidência Econômica. Ano 2, nº4, pg. 31-57. Passo Fundo, 1994.

DUTRA, René Gomes. **Custos Uma Abordagem Prática**. São Paulo: Atlas, 2003.

GOLDBARG, Marco Cesar; LUNA, Henrique Pacca L. **Otimização Combinatória e Programação Linear: Modelos e Algoritmos**. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

IMPOSTO DE RENDA PESSOA FÍSICA 2011. CRC-RS. Disponível em <<http://www.crcrs.org.br/janelas/downloadp.htm>>. Acesso em 13 de Abril de 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Agropecuário 2006.** Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/agropecuaria.htm>>. Acesso em 29 de Março de 2011.

LANZER, Edgar Augusto. **Programação Linear: Conceitos e Aplicações.** Rio de Janeiro: IPEA/INPES, 1988.

PEREZ JR, José Hernandez; OLIVEIRA, Luís Martins de; COSTA, Rogério Guedes. **Gestão Estratégica de Custos.** São Paulo: Atlas, 2003.

RIBEIRO, Otilia Denise Jesus. **Adequação dos Custos da Atividade Agrícola.** Revista Eletrônica de Contabilidade, Curso de Ciências Contábeis UFSM, 2004 volume I. N1 Set-Nov/2004.

SANTOS, Gilberto José dos; MARION, José Carlos; SEGATTI, Sonia. **Administração de Custos na Agropecuária.** São Paulo: Atlas, 2002.

SILVA, Ermes Medeiros da. *et al.* **Pesquisa Operacional para os cursos de Economia, Administração e Ciências Contábeis.** São Paulo: Atlas, 1998.

WERNKE, Rodney. **Gestão de Custos Uma Abordagem Prática.** São Paulo: Atlas, 2001.