



**AgEcon** SEARCH  
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

# RENTABILIDADE E RISCO DE SISTEMAS ALTERNATIVOS DE PRODUÇÃO DE LEITE EM PEQUENAS PROPRIEDADES DA MICRORREGIÃO DE VIÇOSA, MG

## Profitability and risk in alternative milk production systems in the region of Viçosa, MG

Gabriel Leão Oliveira<sup>1</sup>, Wilson da Cruz Vieira<sup>2</sup>

### RESUMO

Este trabalho teve como objetivo geral avaliar os retornos/riscos associados aos sistemas alternativos de produção de leite nas propriedades da microrregião de Viçosa, MG, assistidas pelo Convênio UFV/Nestlé. Utilizaram-se um modelo de programação linear padrão e um modelo Motad, que considera as condições de risco no planejamento de uma propriedade. O modelo de programação linear permitiu a identificação das melhores opções entre as atividades disponíveis para a maximização da margem bruta anual. Por meio do cálculo da rentabilidade dos diferentes sistemas de produção de leite e dos riscos associados a eles, foi possível identificar que os produtores de leite da microrregião de Viçosa comportam-se de maneira diferenciada com relação ao risco. De modo geral, os produtores mais dependentes da atividade leiteira para sua sobrevivência são mais avessos ao risco.

**Palavras-chave:** risco, programação linear, pecuária de leite.

### ABSTRACT

The main objective of this work was to analyze the trade between income and risk related to the alternative milk production systems in the region of Viçosa, Minas Gerais, supported by the Federal University of Viçosa and Nestlé. A standard linear programming model provided the identification of the best options among the activities displayed for the maximization of the gross annual income. By means of the rentability calculation of the different milk production systems and risk linked to them it was possible to identify that the milk producers behaved differently in relation to the risk. Generally the producers who are more dependent to the milk activity for their survival are more adverse to risk.

**Key words:** Risk, linear programming, milk production.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o quinto maior produtor de leite do mundo e apresenta taxa anual de crescimento maior que 4%, superior à de todos os países que ocupam os primeiros lugares. No Mercosul, o Brasil é responsável por 66% do volume total de leite produzido. Embora o leite não esteja entre os principais produtos da pauta brasileira de exportação, ele desempenha papel fundamental no âmbito nacional, tanto econômica quanto socialmente, ou seja, ora gerando emprego, ora oferecendo alimento essencial para a população. O país possui, atualmente, mais de um milhão e cem mil propriedades que exploram leite, ocupando, diretamente, mais 3,5 milhões de pessoas (VILELA, 2003).

O constante aumento da produção brasileira de leite pode ser explicado pela abertura de novas fronteiras, como a região do Cerrado, especialmente Goiás; regiões emergentes, como Rondônia, Mato Grosso e sul do Pará, além das regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba,

em Minas Gerais. Este estado continua sendo o maior produtor de leite do país, respondendo com cerca de 30% da produção nacional. Outro fator que tem contribuído para este aumento é o ganho na produtividade proveniente do melhoramento na alimentação do rebanho, aumento do padrão genético e adoção de novas tecnologias desenvolvidas nos centros de pesquisa e universidades.

No Brasil, existem diversos sistemas de produção de leite. No entanto, segundo Leite & Gomes (2001), do ponto de vista da oferta, percebe-se a predominância de dois sistemas básicos de produção: o primeiro representa a maioria dos pequenos produtores que não incorporam tecnologia, não se ajustam às mudanças de mercado e seguem paradigmas culturais próprios, ou seja, produzem leite sem assistência técnica ou planejamento. O segundo grupo representa os sistemas de produção dinâmicos, modernos, competitivos, cujos produtores planejam suas atividades considerando custos de oportunidade e têm plena consciência de que eficiência e qualidade são necessárias para tornar seus negócios lucrativos. Esse

<sup>1</sup>Bacharel em Gestão do Agronegócio, M.S. em Economia Aplicada – Universidade Federal de Viçosa/UFV – Citrus Exports Logistic/LouisDreyfus Commodities, SP – gabriel.oliveira@ldcommodities.com

<sup>2</sup>Professor da Universidade Federal de Viçosa/UFV – Departamento de Economia Rural – Av. Peter Henry Rolfs, S/N – Campus Universitário – 36570-000 – Viçosa, MG – wvieira@ufv.br

Recebido em 11/10/04 e aprovado em 01/12/06

segundo grupo, apesar de contar com uma porcentagem pequena do total de número de produtores, contribui com grande parte da produção nacional de leite.

Dentre os centros de geração de tecnologia para o setor leiteiro na Zona da Mata mineira, destacam-se, principalmente, o Centro Nacional de Pesquisa em Gado de Leite (CNPGL/EMPRAPA) e a Universidade Federal de Viçosa (UFV). Dentre as atividades de transferência de tecnologia para o setor leiteiro, destaca-se, na microrregião de Viçosa, MG, o Programa de Desenvolvimento da Pecuária Leiteira da Região de Viçosa (PDPL), que serve também para treinar estudantes da UFV. Este programa é uma iniciativa da UFV, em convênio com a Nestlé, executado pela Fundação Arthur Bernardes (FUNARBE). Os produtores assistidos pelo convênio UFV/Nestlé estão dispersos na microrregião de Viçosa, MG, em um raio de 50 quilômetros.

Segundo Oliveira et al. (2002), o PDPL teve início, operacionalmente, em outubro de 1988, com 10 produtores. Atualmente, dos 30 produtores que participam do convênio, 44% (13 produtores) localizam-se em Paula Cândido, município com o maior número de propriedades conveniadas. O município de Coimbra conta com 13% dos produtores, Viçosa conta com 10%, enquanto Teixeira, São Miguel e Porto Firme contam, cada um, com 7% dos produtores no PDPL. Os 9% restantes estão divididos igualmente entre os municípios de Canaã, Divinésia e Cajuri, ou seja, cada município conta com apenas um produtor.

A área total média das propriedades é de 71,8 hectares e, desse total, são destinados, em média, 67,2 % à pecuária leiteira. Portanto, a maioria dos produtores do convênio dedica mais da metade de suas terras à prática da pecuária leiteira. O número de vacas em lactação nas propriedades, referente ao mês de maio de 2001, variou entre 8 e 52 animais. Doze produtores (40% do total) tiveram entre 17-24 vacas em lactação. Em média, as vacas secas representam 26,9% do total de vacas dos produtores conveniados, com desvio-padrão de 11,1% (OLIVEIRA et al., 2002).

Não obstante o progresso obtido pelo PDPL, tanto em termos da ampliação do número de produtores participantes do convênio quanto da melhoria no padrão genético do rebanho, esse processo de modernização tem-se mostrado lento para alguns produtores, havendo, ainda, muita diversidade de sistemas de produção. Produtores que estão há mais tempo no programa têm apresentado ganhos sensíveis em termos de produtividade.

As propriedades mais antigas, que têm participado do convênio nos últimos 13 anos (4 no total), alcançaram

aumento significativo de produtividade. A produtividade média cresceu de 4,2 litros/vaca em lactação para 12,37 litros/vaca em lactação; o intervalo de partos caiu de mais de 24 meses para 14; a idade da novilha ao primeiro parto foi reduzida de 40 para 27 meses. Oliveira et al. (2002) destacam os casos de dois produtores que participam do convênio desde a sua criação e que apresentavam, em 1988, produtividade de 6,28 e 4,34 litros/vaca em lactação/dia; em 2001, apresentaram produtividade de 17,64 e 13,28 litros/vaca em lactação/dia, com ganhos de produtividade de 281% e 306%, respectivamente.

Dado que o grau de risco associado às diferentes tecnologias é um fator importante na tomada de decisão, este trabalho visou à análise das atividades ligadas à produção de leite, considerando o risco associado aos diferentes sistemas de produção adotados nas propriedades assistidas no âmbito desse convênio. Adicionalmente, buscou-se associar os diferentes sistemas de produção e seus respectivos graus de risco com a dependência dos produtores em relação à atividade leiteira.

## 2 OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo geral analisar os retornos/riscos associados aos sistemas alternativos de produção de leite utilizados nas propriedades da microrregião de Viçosa, MG, assistidas pelo Convênio UFV/Nestlé.

Os objetivos específicos foram:

- a) identificar as diferentes tecnologias adotadas pelos produtores de leite da microrregião de Viçosa, MG, de acordo com padrão genético do rebanho leiteiro;
- b) formular um modelo de programação linear para avaliar os retornos/riscos associados aos sistemas alternativos de produção de leite; e
- c) apontar soluções técnicas, ou seja, soluções que possibilitem a melhor relação entre rentabilidade e risco de se adotarem tecnologias nos sistemas de produção de leite.

## 3 METODOLOGIA

### 3.1 Modelo analítico

Os sistemas de produção de leite são complexos e envolvem grande quantidade de atividades que estão fortemente inter-relacionadas. Para conseguir um planejamento que maximize a utilização dos recursos produtivos e maior lucro, é necessário que se considere o sistema de produção de leite como um todo, incluindo fatores tecnológicos, biológicos e econômicos (RODRIGUES, 1997).

Neste trabalho, utilizou-se a programação linear como modelo analítico. O estudo da programação linear refere-se à distribuição eficiente de recursos limitados entre atividades competitivas, com a finalidade de atender a determinado objetivo: a maximização de lucros ou a minimização de custos.

Segundo Puccini (1987), um problema de programação linear tem a seguinte formulação geral:

$$\text{Otimizar: } Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

sujeita a:

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n & (=, \text{ ou } >) b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n & (=, \leq \text{ ou } \geq) b_2 \\ \dots & \dots \dots \dots \dots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n & (=, \leq \text{ ou } \geq) b_m \\ x_1, x_2, \dots, x_n & \geq 0 \end{aligned}$$

Esse modelo pode ser associado a uma firma que tem  $m$  recursos disponíveis para a realização de  $n$  atividades. Supondo-se que as atividades representem a fabricação de produtos, tem-se, então, para  $j = 1, 2, \dots, n$  e  $i = 1, 2, \dots, m$ :

- $b_i$  – quantidade do recurso  $i$  disponível para as  $n$  atividades ( $b_i \geq 0$ );
- $x_j$  – nível da atividade de produção  $j$ . Os  $x_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) são as incógnitas do problema;
- $c_j$  – margem bruta (ou custo) unitário do produto  $j$ ; e
- $a_{ij}$  – quantidade do recurso  $i$  consumida na produção de uma unidade da atividade  $j$ .

Verifica-se, então, que a função objetiva a ser maximizada (ou minimizada) representa a margem bruta (custo) total da firma nessas  $n$  atividades.

No planejamento de uma propriedade sob condições de incerteza, pode-se utilizar a programação linear. Neste trabalho, consideram-se como sinônimos os termos “risco” e “incerteza”, que representam possibilidades subjetivas dos tomadores de decisão. Para determinar a fronteira eficiente, que mostra as alternativas de troca entre lucro (retorno) e risco, utilizou-se o modelo proposto por Hazell (1971) - *Motad (Minimization of Total Absolute Deviation)*<sup>3</sup>. Formalmente, esse modelo consiste em:

Minimizar:

$$\begin{aligned} s \\ 1/2 W = \sum_{i=1}^s Y_i, \end{aligned}$$

sujeito a:

$$\begin{aligned} s \\ \sum_{i=1}^s x_j D_{ij} + Y_i \geq 0 \\ i = 1 \\ fx = R_0 \\ Ax \leq b \\ x \geq 0 \text{ e } Y_i \geq 0, \end{aligned}$$

em que  $s$  é o número de observações de uma amostra de margens brutas;  $W$  é a soma dos desvios absolutos com relação às médias das margens brutas;  $D_{ij}$  é o desvio em relação à margem bruta média da atividade  $j$  no ano  $i$ ;  $Y_i$  é uma variável que mede a soma dos desvios quando ela é negativa (desvios positivos são benéficos e, portanto, não devem ser minimizados);  $f$ , um vetor das margens brutas ou preços associados a cada atividade (valores esperados);  $x$ , um vetor de atividades;  $A$ , uma matriz de coeficientes técnicos relacionados ao nível tecnológico empregado;  $b$ , um vetor de restrições físicas e financeira e  $R_0$  é o coeficiente de parametrização, crescendo a partir de zero até a solução máxima dada pela programação linear convencional.

A receita média para a atividade  $j$  ( $r_j$ ) é dada por:

$$r_j = \frac{\sum_{i=1}^s q_{ij} p_{ij}}{s},$$

em que  $q_{ij}$  é a produtividade da atividade  $j$  no ano  $i$  e  $p_{ij}$  é o preço recebido pelo produtor pelo produto  $j$  no ano  $i$ .

O desvio padrão em relação à média ( $D_{ij}$ ) é calculado por:

$$D_{ij} = q_{ij} p_{ij} - r_j$$

Com os resultados dos processos de minimização correspondentes aos valores atribuídos a  $R_0$ , constrói-se a “fronteira eficiente”, que expressa o risco envolvido para atingir determinado nível de margem bruta (ou receita bruta).

<sup>3</sup>Trata-se de uma adaptação do modelo de programação linear tradicional proposto por Hazell (1971) para incorporar a análise de risco.

Haverá, dessa forma, um conjunto de soluções eficientes, cabendo ao tomador de decisão escolher aquela que seja compatível com suas preferências (maior ou menor aversão ao risco).

### 3.2 Operacionalização do modelo e fonte de dados

Para a realização deste trabalho, os sistemas de produção de leite da microrregião de Viçosa, MG, foram classificados de acordo com a raça e o grau de sangue do rebanho. Assim, foram considerados os seguintes sistemas de produção de leite: Zebu, Mestiço e Europeu (Tabela 1).

A operacionalização dos três diferentes sistemas de produção e suas respectivas exigências tecnológicas foi feita a partir de uma propriedade padrão, em que os mesmos recursos produtivos foram utilizados. Consideraram-se o padrão genético dos animais (três tipos, de acordo com a Tabela 1) e as demandas específicas dos animais com relação às exigências nutricionais e manejo. O risco foi associado à variação dos preços do leite entre os períodos das águas e das secas em cada sistema de produção. O período das águas compreende os meses de novembro a abril e o da seca, de maio a outubro.

Visando atender ao segundo objetivo específico deste trabalho, formulou-se um modelo de programação linear representativo, dividindo-se as atividades realizadas

nas propriedades conveniadas entre o período das águas (novembro a abril) e o período da seca (maio a outubro). Esse modelo serviu como base para o estudo das questões relacionadas ao fator risco. O modelo de programação linear convencional completo para o sistema de gado mestiço encontra-se no Anexo a e b deste trabalho.

As atividades e recursos considerados no modelo de programação linear foram:

#### a) Atividades realizadas nas águas (período das águas):

- produção de leite (1000 litros);
- manutenção das vacas (unidade animal);
- produção de braquiária (toneladas/hectare);
- produção de capim elefante (toneladas/hectare);
- produção de milho para silagem (toneladas/hectare);
- utilização da mão-de-obra para ordenha do leite (dias/homem);
- contratação de mão-de-obra para serviços gerais (dias/homem);
- aluguel de pasto para terceiros (hectare);
- aluguel de pasto de terceiros (hectare);
- aplicação financeira a juros de 3% ao semestre (R\$);
- tomada de crédito a juros de 4% ao ano junto ao PRONAF (R\$).

**TABELA 1** – Tipificação dos sistemas de produção de leite, microrregião de Viçosa, MG.

Discriminação	Sistema gado Zebu	Sistema gado Mestiço	Sistema gado Europeu
Alimentação	Pasto e suplementação de sais minerais	Pasto e suplementação volumosa e concentrada	Alimentação volumosa de alta qualidade e concentrada o ano todo
Custo de produção gado	Baixo	Médio	Alto
Investimento na atividade	Difícilmente investe na atividade	Investe eventualmente na atividade	Investe habitualmente na atividade
Inseminação artificial	Não	Ocasional/freqüente	Freqüente
Exigência de capital	Baixa	Média	Elevada
Produtividade do rebanho	Baixa	Média	Alta
Exigência conhecimento técnico	Baixa	Alta	Alta
Nível de produção	Baixo	Médio	Elevado
Nível tecnológico	Baixo	Médio	Alto
Presença de risco	Baixa	Média	Alta
Sensibilidade à mudança de preço	Baixa	Média	Alta

Fonte: Gomes (2001).

**b) Atividades realizadas na seca** (período da seca):

- produção de leite (1.000 litros);
- manutenção das vacas (unidade animal);
- produção de cana-de-açúcar (toneladas/hectare);
- ensilagem do milho para silagem (toneladas/hectare);
- aquisição de concentrado (tonelada);
- utilização da mão-de-obra para ordenha do leite (dias/homem);
- contratação de mão-de-obra para serviços gerais (dias/homem);
- aplicação financeira a juros de 3% ao semestre (R\$).

**c) Recursos:**

- área de terra disponível na propriedade para atividade leiteira (hectare);
- limite anual de terra disponível para aluguel a terceiros (hectare);
- limite anual de terra disponível para aluguel de terceiros (hectare);
- disponibilidade de mão-de-obra familiar para ordenha do leite na águas (dias/homem);
- disponibilidade de mão-de-obra para serviços gerais nas águas (dias/homem);
- limite de horas de trator disponível nas águas (horas/máquina);
- restrição de produção e consumo de matéria seca nas águas (quilos);
- restrição de produção e consumo de NDT nas águas (quilos);
- restrição de produção e consumo de proteína bruta nas águas (quilos);
- restrição de produção e consumo de fósforo nas águas (quilos);
- restrição de produção e consumo de cálcio nas águas (quilos);
- restrição de produção de leite por vaca em lactação nas águas (unidade animal);
- limite do tanque de resfriamento nas águas (mil litros);
- disponibilidade de mão-de-obra familiar para a ordenha do leite na seca (dias/homem);
- disponibilidade de mão-de-obra para serviços gerais na seca (dias/homem);
- limite de horas de trator disponível na seca (horas/máquina);
- limite mínimo de produção anual de cana-de-açúcar (tonelada);
- limite mínimo de aquisição anual de concentrado (tonelada);
- transferência do milho silagem para o silo para utilização na seca (tonelada);

- limite mínimo de produção anual de silagem (tonelada);
- restrição de produção e consumo de matéria seca na seca (quilo);
- restrição de produção e consumo de NDT na seca (quilo);
- restrição de produção e consumo de proteína bruta na seca (quilo);
- restrição de produção e consumo de fósforo na seca (quilo);
- restrição de produção e consumo de cálcio na seca (quilo);
- restrição de produção de leite por vaca em lactação na seca (mil litros);
- limite do tanque de resfriamento na seca (mil litros);
- restrição de capital de giro anual (R\$);
- restrição de aplicação financeira nas águas (R\$);
- restrição de aplicação financeira na seca (R\$);
- transferência de vacas entre os períodos das águas e da seca (unidade animal).

Todos os dados necessários para a execução deste trabalho, referente ao período 1997–2002, foram obtidos junto ao convênio UFV/Nestlé, no qual técnicos e estudantes de graduação da UFV fazem levantamentos sistemáticos das propriedades assistidas, sendo esses dados disponibilizados aos pesquisadores.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Tipificação dos sistemas de produção de leite

Existem diferentes critérios de classificação dos sistemas de produção de leite, que são escolhidos de acordo com os objetivos da pesquisa. Segundo Gomes (2001), alguns desses critérios são: divisão entre sistemas intensivos ou extensivos, manutenção do rebanho em pastagem ou estabulado, mão-de-obra familiar ou contratada e sistemas de subsistências ou de mercado. Neste trabalho, utilizou-se como referência a definição da raça e do grau de sangue do rebanho, pois essas características revelam diferentes demandas de alimentação e manejo, tornando possível a classificação dos produtores conveniados do PDPL quanto à adoção de tecnologia.

Diversos tipos de sistemas de produção de leite adaptam-se aos climas e solos do Brasil. Esses tipos vão desde o gado Zebu, passando por grande número de mestiços, até o puro sangue de raças européias. Neste trabalho, esses inúmeros sistemas de produção foram divididos em três grupos: sistemas que utilizam o gado Zebu (ou mestiços com predominância de sangue Zebu), sistemas que utilizam gado mestiço (predominantemente 1/2 de Europeu-Zebu a 7/8 de Europeu-Zebu) e sistemas

com animais acima de 7/8 de sangue Europeu, sendo o gado Holandês o mais comum.

A distribuição dos produtores do convênio UFV/Nestlé quanto ao grau de sangue do rebanho varia de 1/2 HZ (Holandês-Zebu) ao PO (puro sangue). A predominância média do rebanho é de 7/8 HZ, com 26% do total do rebanho (ver Figura 1). A seguir, 1/2 HZ e 15/16HZ aparecem com 15% do rebanho cada um e 31/32 HZ, com 13%. Os graus de sangue 5/8 HZ, 61/62 HZ e PO são os menos representativos, aparecendo com 7%, 5% e 3% do total do rebanho, respectivamente.

No convênio, atualmente, não existem produtores com rebanho de gado Zebu ou abaixo de 1/2 HZ, apesar de, na microrregião de Viçosa, MG, serem encontrados rebanhos com essas características. Este fato pode ser explicado pelo trabalho de melhoramento genético feito pelo PDPL, pelo qual alguns produtores conveniados que tinham rebanho abaixo de 1/2 HZ no passado, conseguiram, por meio da inseminação artificial, melhorar o grau de sangue do rebanho com a prática da atividade leiteira ao longo dos anos.

Os produtores de leite assistidos pelo PDPL têm apresentado boa receptividade para a adoção de novas tecnologias. As propriedades do convênio recebem assistência técnica por meio de visitas pelo menos três vezes por mês. Cerca de 90% da alimentação do rebanho é dada no cocho, utilizando principalmente silagem de milho,

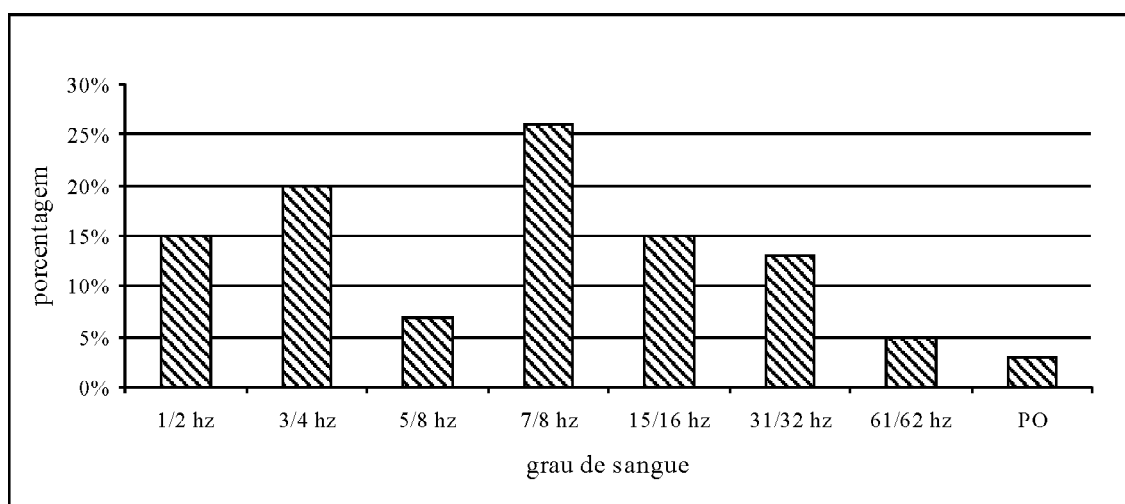
capim-picado com cana-de-açúcar e mineralização com qualidade. A inseminação artificial é utilizada pela maioria dos produtores e mais de 70% dos produtores conservam seu leite em tanques de resfriamento até a coleta, que é feita a granel.

#### 4.2 Modelo de programação linear

Os resultados do modelo de programação linear do sistema de gado mestiço que considera a divisão do ano entre os períodos das águas e da seca são descritos a seguir.

A maximização da margem bruta anual do produtor de leite foi calculada em reais (R\$). Nota-se que este trabalho focou apenas a pecuária leiteira, ou seja, o modelo não inclui outras receitas, tais como descarte de animais e ou venda de bezerros. A margem bruta considerada é o resultado econômico da subtração do custo operacional efetivo da renda bruta. O custo operacional efetivo refere-se aos custos diretamente relacionados com a produção de leite e a renda bruta à renda gerada com a venda do leite, sem pagamento de impostos.

Nesse modelo, foram consideradas 19 atividades e 31 restrições (ver estrutura do modelo de programação linear no Apêndice deste trabalho). Foi utilizada uma planilha eletrônica para a obtenção da solução ótima. Os resultados do modelo, para uma propriedade de 48,42 hectares e sistema de gado mestiço, sugerem, como



**FIGURA 1** – Classificação do grau de sangue do rebanho dos produtores assistidos pelo PDPL, microrregião de Viçosa, MG, 2002.

Fonte: Dados da Pesquisa.

atividades ótimas durante o período das águas: produção de 48,68 mil litros de leite; 33,92 vacas em lactação; produção de 77,26 toneladas de braquiária; 385,06 toneladas de capim-elefante e 250 toneladas de milho para silagem; utilização de 97,36 dias/homem para mão-de-obra na ordenha; utilização de 88,08 dias/homem para mão-de-obra nos serviços gerais; aluguel de 10 hectares de terra para terceiros; aplicação financeira durante o período das águas no valor de R\$ 11.455,60 e tomada de crédito, junto ao PRONAF, no valor de R\$ 5.516,99.

Já para o período da seca, os resultados do modelo de programação linear do sistema de gado mestiço sugerem, como atividades: produção de 73 mil litros de leite; 33,92 vacas em lactação; produção de 100 toneladas de cana-de-açúcar; utilização das 250 toneladas de milho para silagem produzidas nas águas; aquisição de 15 toneladas de concentrado; utilização de 146 dias/homem para mão-de-obra na ordenha; 135,48 dias/homem para mão-de-obra nos serviços gerais e aplicação financeira, durante o período da seca, no valor de R\$ 17.412,33. A margem bruta encontrada equivale a R\$ 17.613,27 por ano.

A produtividade (sistema de gado mestiço) no período das águas foi de 7,96 litros/vaca em lactação/dia, enquanto, no período da seca, foi de 11,79 litros/vaca em lactação/dia. Essa diferença se dá em razão do custo operacional efetivo de cada período, que é menor durante as águas devido à maior utilização de pastagens para a alimentação do rebanho. No período da seca, quando a alimentação é baseada na utilização de milho-silagem, cana-de-açúcar e concentrado, o custo operacional efetivo é maior, o que requer maior produtividade do rebanho para que a atividade seja viável.

### 4.3 Rentabilidade e risco dos sistemas de produção de leite

Os modelos de programação linear que incorporam risco buscam acomodar situações em que não há certeza com relação aos valores dos coeficientes utilizados. Quando o fator risco é relevante, a análise de sensibilidade de um dado modelo pode ser insuficiente ou inadequada. O modelo Motad apresenta uma forma relativamente simples para incorporar risco em modelos de programação linear. A partir do modelo de programação linear representativo discutido anteriormente, incorporou-se o risco associado à receita da pecuária leiteira. Neste trabalho, a análise de risco foi feita em relação aos diferentes preços do leite recebidos pelos produtores conveniados entre o período das águas e da seca, de 1997 a 2002, sendo esses preços corrigidos pelo IGF-DI da Fundação Getúlio Vargas, para outubro de 2002. A escolha ocorreu pelo fato de o

preço do leite não estar entre seus valores extremos e também devido à redução, ao longo do tempo, nos preços recebidos pelos produtores, sendo, portanto, este mês representativo da realidade atual. A divisão do ano em dois períodos distintos foi necessária devido à grande sazonalidade com relação à disponibilidade de pasto para a alimentação do rebanho, aos preços recebidos pelos produtores de leite ao longo do ano e à variabilidade da produtividade do rebanho.

Para obter a solução ótima do modelo Motad, foi necessário atribuir valores ao parâmetro  $R_o$ . A escolha dos valores desse parâmetro é arbitrária, sendo o limite superior dado pela solução ótima do modelo de programação linear convencional. Assim, utilizaram-se os modelos de programação linear dos três diferentes sistemas de produção de leite (Zebu, Mestiço e Europeu) para obter um conjunto de soluções eficientes e os riscos associados a elas. Tanto a margem bruta total quanto o risco ( $W/2$ ) estão avaliados em unidades monetárias (R\$).

No caso do ponto C (Tabela 2) do sistema de gado Zebu, por exemplo, para uma margem bruta total de R\$ 7.600,00, o menor risco associado a ela seria de R\$ 3.964,99. O plano de produção para esta margem bruta total e risco corresponderia à produção de 16,40 mil litros de leite no período das águas e 28,58 mil litros na seca. No ponto A, que apresenta o menor nível de produção de leite, o sistema de gado Zebu apresenta risco de 51,9% sobre o valor da margem bruta e os sistemas de gado mestiço e europeu apresentam 93,2% e 87,5%, respectivamente. Já no ponto F, o grau de risco em relação à margem bruta total no sistema de gado Zebu permanece semelhante, 52,4%, enquanto os sistemas mestiço e europeu diminuem significativamente para 60,1% e 61,7%, respectivamente. Este fato tem relação direta com o nível de tecnologia adotado em cada sistema. Como os produtores do sistema Zebu são mais avessos ao risco e adotam menos tecnologia, o risco não diminui com o aumento de produção. Os produtores dos sistemas mestiço e europeu, por outro lado, conseguem atingir níveis menores de risco com o nível F de produção.

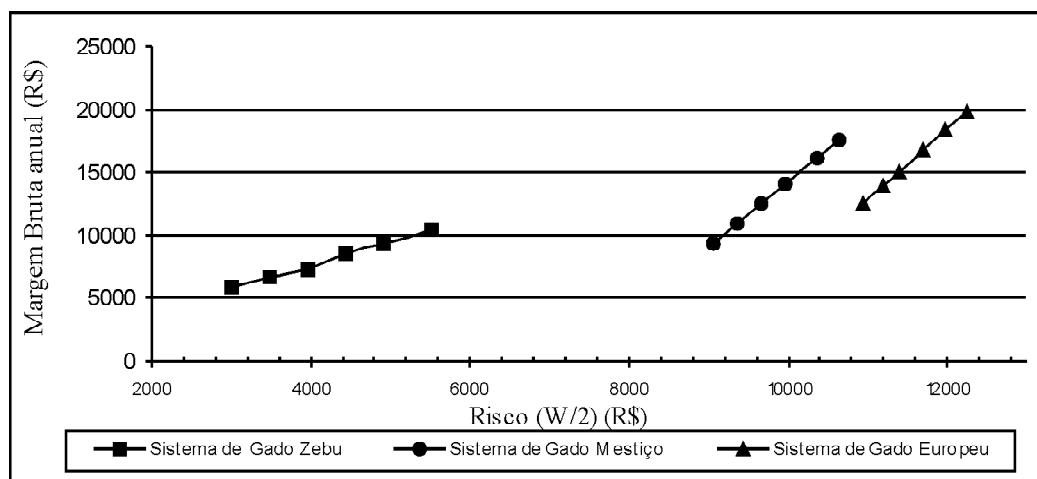
Esse *trade off* entre risco e margem bruta pode ser visualizado na Figura 2. No eixo vertical, plotou-se a margem bruta total dos três sistemas de produção de leite e, no eixo horizontal, os respectivos graus de risco. O grau de risco aumenta à medida que cresce o valor da margem bruta, restando ao tomador de decisão a escolha entre várias alternativas (risco/retorno) ao longo da curva de soluções eficientes de acordo com sua aversão ou propensão ao risco.



**TABELA 2** – Combinação de atividades para diversas alternativas de risco/retorno (pontos da fronteira eficiente) na produção de leite, microrregião de Viçosa, MG, período 1997- 2002.

Tipo de Sistema	Atividade	Pontos da fronteira eficiente					
		A	B	C	D	E	F
Sistema de gado Zebu	Período das águas (mil litros)	12,45	14,43	16,40	18,38	20,35	22,78
	Período da seca (mil litros)	21,70	25,14	28,58	32,02	35,47	39,70
	M. bruta (R\$/ano)	5800,00	6700,00	7600,00	8500,00	9400,00	10506,31
	Risco (R\$/ano)	3010,04	3487,51	3964,99	4442,47	4919,94	5506,87
Sistema de gado mestiço	Período das águas (mil litros)	41,36	42,77	44,18	45,59	47,43	48,68
	Período da seca (mil litros)	62,03	64,14	66,25	68,36	71,14	73,00
	M. bruta (R\$/ano)	9300,00	10900,00	12500,00	14100,00	16200,00	17613,27
	Risco (R\$/ano)	8669,15	9353,65	9661,53	9969,42	10373,52	10645,48
Sistema de gado europeu	Período das águas (mil litros)	62,13	63,53	64,73	66,42	68,02	69,47
	Período da seca (mil litros)	65,29	66,76	68,02	69,8	71,48	73,00
	M. bruta (R\$/ano)	12500,00	13900,00	15100,00	16800,00	18400,00	19852,29
	Risco (R\$/ano)	10942,63	11188,69	11399,60	11698,39	11979,60	12234,85

Fonte: Dados da Pesquisa.



**FIGURA 2** – Fronteira eficiente das alternativas de risco/retorno dos produtores de leite da microrregião de Viçosa, MG, período 1997- 2002.

Fonte: Dados da Pesquisa.

A adoção de tecnologia nos sistemas de produção de leite entre os períodos das águas e da seca pode melhorar a relação entre rentabilidade e risco ao longo do ano. A análise dos modelos de programação linear e Motad dos três sistemas produtivos sugere que os produtores de leite do sistema Gado Zebu podem aumentar a margem bruta anual, incorrendo em riscos relativamente baixos, quando comparados aos outros dois sistemas. Tratam-se de produtores que dependem, basicamente, da atividade leiteira para a sobrevivência. Esses produtores, visando aumentar a produtividade do rebanho, podem incorporar tecnologias de baixo custo, tais como uso de inseminação artificial, melhoria progressiva do padrão genético do rebanho e do manejo do rebanho e das pastagens.

Há poucas diferenças, em termos de risco, entre os sistemas de gado mestiço e gado europeu. Os produtores desses sistemas, em geral, possuem outras fontes de renda, além da pecuária leiteira. Nota-se que os produtores de leite de gado mestiço têm espaço para aumentar o padrão genético do rebanho e, com isso, melhorar a produtividade. No caso dos produtores de leite do sistema gado europeu, o fator que se mostrou mais limitante ao aumento da produção foi a expansão da capacidade do tanque de resfriamento. Entretanto, devido ao alto custo de aquisição desse equipamento pelos produtores, tal investimento precisa ser estimulado pelo governo e ou pela agroindústria.

## 5 CONCLUSÕES

O modelo de programação linear representativo do processo produtivo das propriedades produtoras de leite da microrregião de Viçosa-MG, na Zona da Mata mineira, permitiu, por meio da análise das atividades e recursos disponíveis, a identificação das diferentes tecnologias adotadas pelos produtores de leite, de acordo com o padrão genético do rebanho e a identificação das melhores opções disponíveis das atividades para a maximização da margem bruta anual.

O sistema de gado Zebu apresentou os menores riscos relativos, comparado aos sistemas de gado mestiço e gado europeu. O sistema mais produtivo e também o que apresentou os maiores riscos relativos associados à atividade leiteira foi o sistema de gado europeu. Em geral, os produtores do sistema gado Zebu são os que dependem basicamente da atividade leiteira para sobrevivência, enquanto os produtores dos dois outros sistemas possuem outras fontes de renda, ou seja, a relação entre a margem bruta e o risco definiu o perfil do produtor quanto à subsistência. Assim, quanto maior a dependência do leite

para subsistência, maior será a aversão ao risco por parte dos produtores.

Dessa forma, ao buscar transferir novas tecnologias para os produtores situados na microrregião de Viçosa, MG, que participam do convênio UFV/Nestlé, os técnicos/estudantes da Universidade Federal de Viçosa devem levar em conta a dependência dos produtores com relação à pecuária leiteira. Com isso, aumentará a eficiência na transferência de novas tecnologias e os produtores mais dependentes da atividade não ficarão vulneráveis às flutuações de preço do mercado.

## 6 AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos ao Prof. Sebastião Teixeira Gomes, da Universidade Federal de Viçosa, pelas sugestões a uma versão preliminar deste trabalho, e aos técnicos Christiano Nascif e Jadercy Araújo da Silva, do Convênio UFV/Nestlé, pelo fornecimento de dados e informações utilizados na realização desta pesquisa. Os autores também agradecem a um parecerista anônimo desta Revista pelas valiosas sugestões.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GOMES, S. T. Avanços sócio-econômicos em sistemas de produção de leite. In: VILELA, D.; BRESSAN, M.; CUNHA, A. S. (Eds.). **Cadeia de lácteos no Brasil: restrições ao seu desenvolvimento**. Brasília, DF: MCT/CNPq; Juiz de Fora: Embrapa de Gado de Leite, 2001. p. 142-156.
- HAZELL, P. B. R. A linear alternative to quadratic and semi-variance programming for farm planning under uncertainty. **American Journal of Agricultural Economics**, [S.l.], v. 53, n. 1, p. 53-62, Feb. 1971.
- LEITE, J. L. B.; GOMES, A. T. Perspectivas futuras dos sistemas de produção de leite no Brasil. In: GOMES, A. T.; LEITE, J. L. B.; CARNEIRO, A. V. (Eds.). **O agronegócio de leite no Brasil**. Juiz de Fora: Embrapa Gado do Leite, 2001. cap. 13, p. 213-217.
- OLIVEIRA, G. L.; VIEIRA, W. C.; GOMES, S. T. Caracterização e análise de indicadores de desempenho de propriedades assistidas pelo convênio UFV/Nestlé. **Economia Rural**, Viçosa, v. 1, p. 8-13, jan./mar. 2002.
- PUCCINI, A. de L. **Introdução à programação linear**. Rio de Janeiro: LTC, 1987.

RODRIGUES, L. H. A. **Planejamento estratégico de uma propriedade de leite através da utilização de um modelo de programação linear**. 1997. Disponível em: <<http://www.agrosoft.com.br/trabalhos/ag97/c2a1630.htm>>. Acesso em: 5 jan. 2003.

VILELA, D. Retrospectiva da produção brasileira de leite. **Revista Laticínios**. Disponível em: <[http://www.revistalaticinios.com.br/main\\_frame/revista/ed\\_37/eco\\_merc/reportagem.htm](http://www.revistalaticinios.com.br/main_frame/revista/ed_37/eco_merc/reportagem.htm)>. Acesso em: 5 jan. 2003.

## 8ANEXO

Modelo de programação linear de uma propriedade produtora de leite padrão do Convênio UFV/Nestlé (Sistema de gado mestiço).

		ÁGUAS (Novembro – Abril)										
		Leite (mil l)	VALC	BRAQ (t)	CPEF (t)	MILH (t)	MOOR (d.h)	MOSG (d.h)	APTP (ha)	APTD (ha)	APFN (R\$)	CRED (R\$)
MAX.MB	(R\$)	422,68	-68,5	-12,4	-14,7	-37,5	-7,52	-7,52	233,6	-233,6	0,015	-1,04
TERR	(ha)			0,3125	0,01859	0,02352			1	-1		
RAPP	(ha)								1			
RAPD	(ha)									1		
RMOO	(d.h)	2					-1					
RMOS	(d.h)			0,2288	0,1309	0,08		-1				
TRAT	(hs)			0,24344	0,0847	0,21						
RTMS	(kg)		-2098,75	200	144,76							
RNDT	(kg)	-280	-675,25	144,32	86,856							
RTPB	(kg)	-78	-70,08	14,88	15,9236							
RSTP	(kg)	-1,68	-2,555	0,424	0,4081							
RTCA	(kg)	-2,73	-3,65	0,896	0,5544							
LTUA	(lts)	-1	1,435									
RTQR	(lts)	1										
RMOO	(d.h)											
RMOS	(d.h)			0,0572	0,0391							
TRAT	(hs)			0,006086	0,0253							
RCAN	(ton)											
RCON	(ton)											
SIL1	(ton)					-1						
SIL2	(ton)											
RTMS	(kg)			50	43,24							
RNDT	(kg)			36,08	25,944							
RTPB	(kg)			3,72	4,7564							
RSTP	(kg)			0,106	0,1219							
RTCA	(kg)			0,224	0,1656							
LTUA	(lts)											
RTQR	(lts)											
CGIR	(R\$)	211,34	-68,5	-12,4	-14,7	-37,5	-7,52	-7,52	116,8	-233,6	0,015	1
RAPF 1	(R\$)	-211,34							-116,8		1	
RAPF 2	(R\$)											
TRVC	(R\$)		-1									
Solução		48,68	33,92	77,26	385,06	250,00	97,36	88,08	10,00	0,00	11455,60	5516,99

Continua...

## ANEXO – Continuação...

LEIT (milh)	VALC	SECA (Maio – Outubro)							Rest.	Realizado
		CANA (t)	ENSL (t)	CONC (t)	MOOR (dh)	MOSG (dh)	APFN (RS)			
477,05	-68,5	-16,91	-14,3	-360	-7,52	-7,52	0,015	<=	48,42	48,42
		0,01238						<=	10	10,00
								<=	10	0,00
								<=	0	0,00
								<=	0	0,00
								<=	1200	103,92
								>=	0	0,00
								>=	0	8059,53
								>=	0	1107,08
								>=	0	21,45
								>=	0	26,00
								=	0	0,00
								<=	73	48,68
								<=	0	0,00
2		0,71	0,18			-1		<=	0	0,00
		0,69	0,48					<=	1200	199,21
		1						>=	100	100,00
								>=	15	15,00
								<=	0	0,00
			1					>=	250	250,00
								>=	0	54559,45
								>=	0	45264,32
-280	-2 098,75	280,9	308,6	680				>=	0	4667,67
								>=	0	102,32
-78	-675,25	178,7	191,05	220				>=	0	349,47
-1,68	-70,08	17,2	22,4	6				>=	0	0,00
-2,73	-2,555	0,19	0,59	20				=	0	0,00
-1	-3,65	0,59	0,93					<=	73	73,00
1	2,152							=	0	0,00
238,525	-68,5	-16,91	-14,3	-360	-7,52	-7,52	0,015	=	0	0,00
-238,525							1	=	0	0,00
73,00	1							=	0	0,00
	33,92	100,00	250,00	15,00	146,00	135,48	17412,33	=	0	17613,27

Fonte: Dados da Pesquisa.

Notas:

- 1 – As colunas representam as atividades e as linhas representam as restrições.  
 2 – Atividades: LEIT (produção de leite nos dois períodos do ano); VALC (número de animais nos dois períodos do ano, vacas em lactação – 500 kg); BRAQ (produção de capim-braquiária Decumbens); CPEF (produção de capim-efelante); CANA (produção de cana-de-açúcar); MILH (produção de milho para silagem); ENSL (ensilagem do milho para silagem); CONC (aquisição de concentrado); MOOR (contratação de mão-de-obra para ordenha do leite, utilizada nos dois períodos do ano); MOSG (contratação de mão-de-obra para serviços gerais, utilizada nos dois períodos do ano); APFP (aluguel de pasto para terceiros); APTD (aluguel de pasto de terceiros); APFN (aplicação financeira a juros de 3% ao semestre nos dois períodos do ano); CRED (tomada de crédito a juros de 4% ao ano junto ao PRONAF).  
 3 – Restrições: TERR (terra disponível na propriedade para atividade leiteira); RAPP (limite de terra disponível para aluguel a terceiros); RAPD (limite de terra disponível para aluguel de terceiros); RMOO (restrição de mão-de-obra disponível para ordenha do leite, nos dois períodos do ano); RMOG (restrição de mão-de-obra disponível para serviços gerais, nos dois períodos do ano); TRAT (limite de horas de trator disponível nos dois períodos do ano); RCAN (limite mínimo de produção de cana-de-açúcar); RCON (limite mínimo de aquisição de concentrado); SLH1 (transferência do milho silagem para o silo); SIL2 (limite mínimo de produção de silagem); RTMS (restrição de matéria seca, ou seja, produção e consumo de matéria seca nos dois períodos do ano); RNDT (restrição de produção e consumo de NDT, nos dois períodos do ano); RTPB (restrição produção e consumo de proteína bruta, nos dois períodos do ano); RSTP (restrição de produção e consumo de fósforo, nos dois períodos do ano); RTCA (restrição de produção e consumo de cálcio, nos dois períodos do ano); LTUA (restrição de produção de leite por vaca em lactação, nos dois períodos do ano); RTQR (limite do tanque de resfriamento, nos dois períodos do ano); CGIR (restrição de capital de giro anual); RAPP 1 (restrição de aplicação financeira no período das águas); RAPP 2 (restrição de aplicação financeira no período da seca); TRVC (transferência de número de vacas entre os dois períodos).