

CLARISSE MAIA LANA

**SISTEMA DE APOIO À DECISÃO NO PLANEJAMENTO DA  
PRODUÇÃO DE LEITE NA REGIÃO DE VIÇOSA, MINAS GERAIS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2002

CLARISSE MAIA LANA

**SISTEMA DE APOIO À DECISÃO NO PLANEJAMENTO DA  
PRODUÇÃO DE LEITE NA REGIÃO DE VIÇOSA, MINAS GERAIS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

APROVADA: 22 de fevereiro de 2002.

---

Heleno do Nascimento Santos

---

Wilson da Cruz Vieira

---

Sônia Maria Leite Ribeiro do Vale

---

Sebastião Teixeira Gomes  
(Conselheiro)

---

Aziz Galvão da Silva Júnior  
(Orientador)

Ao meu pai, Marcos, o meu exemplo de vida,  
que me faz desejar ser sempre uma pessoa melhor, a quem me faltam  
palavras para descrever a enorme admiração e amor que sinto.

A minha mãe, Carmen, com seu amor e apoio incondicional  
que sempre me proporcionaram força e segurança para seguir em frente  
e nunca deixar de ir atrás dos meus sonhos.

Ao meu marido, Nilson Nicoli Filho, sinônimo de amor e companheirismo,  
vivenciando comigo prazos, provas, notas, viagens,  
participando dos dias nervosos, felizes e de realizações.

Seu suporte é sempre fundamental para que eu consiga produzir.  
Tem grande participação neste trabalho.

Às minhas irmãs Luciana e Cecília, que me apoiaram e suportaram  
em todos os momentos com compreensão e amor,  
pessoas maravilhosas das quais eu muito me orgulho de chamar, irmãs.

E ao meu irmão Klaus e a Karin, pelo carinho e amizade.

Aos meus avós, João e Aparecida que muito apoiaram e contribuíram  
para que eu chegasse até aqui, o meu sincero agradecimento.

Aos meus tios e tias, primos e primas, cunhado e sobrinho.

Em especial, à minha prima Karin, pela amizade e alegria contagiantes,  
ao amor da minha vida, meu sobrinho Pedro e ao meu querido tio Fernando.

Aos meus sogros, Nilson e Elba, e aos meus cunhados, esposas e sobrinhos  
que trazem sempre muita alegria e carinho para minha vida.

## **AGRADECIMENTO**

Ao meu orientador, professor Aziz Galvão da Silva Júnior, com sua visão do mundo empresarial e acadêmico que muito me incentivou.

Ao meu conselheiro, professor Sebastião Teixeira Gomes, pelo seu perfil prático e de realização que muito ajudou a focar este trabalho e conseguir terminá-lo.

Aos professores Carlos Arthur Barbosa e José Luís Braga, conselheiros e amigos pela orientação acadêmica e profissional.

Ao professor Wilson da Cruz Vieira, pelo agradável convívio, pelo apoio e pelas correções minuciosas, que foram imprescindíveis para realização deste trabalho.

Aos professores Sônia Maria Leite Ribeiro do Vale e Heleno do Nascimento Santos, pelas valiosas contribuições, atenção e paciência a mim dispensadas.

Aos meus amigos de curso e de república pelo convívio, incentivo, palavras de conforto nas horas difíceis e por poder aprender tanto com vocês. Em especial ao meu grande amigo, Vinícius, com quem eu sempre pude contar; e à Flávia, verdadeira amiga e companheira em todos os momentos.

Ao PDPL e aos estagiários André Rozemberg e André Vinícius.

À Universidade Federal de Viçosa, com destaque aos professores do Departamento de Economia Rural, que muito me ensinaram nestes anos,

mostrando sempre consideração e competência, exemplo para qualquer instituição de ensino e a seus funcionários, que sempre prestaram um serviço do mais alto nível.

Ao Departamento de Economia Rural e à CAPES, pelo fornecimento de recursos materiais e financeiros durante todo o curso.

A todos que, de alguma forma, colaboraram para a realização deste trabalho.

“Gracias a la vida, que me ha dado tanto...” (Violeta Parra).

## **BIOGRAFIA**

CLARISSE MAIA LANA, filha de Marcos da Cunha Lana e Carmen Angélica Maia Lana, nasceu no Rio de Janeiro, em 12 de março de 1976.

Em 1994, ingressou na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, obtendo o título de engenheira agrônoma em janeiro de 2000.

Em janeiro de 2000, iniciou o curso de Mestrado em Economia Rural na Universidade Federal de Viçosa, defendendo tese em fevereiro de 2002.

## ÍNDICE

	Página
LISTA DE QUADROS .....	viii
LISTA DE FIGURAS .....	xii
RESUMO .....	xiii
ABSTRACT .....	xv
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. Caracterização da cadeia agroindustrial do leite no Brasil .....	1
1.2. Novo contexto da cadeia agroindustrial do leite .....	5
1.3. O problema e sua importância .....	7
1.4. Objetivos .....	11
1.4.1. Objetivo geral .....	11
1.4.2. Objetivos específicos .....	11
2. METODOLOGIA .....	13
2.1. Referencial teórico .....	13
2.1.1. Teoria da firma .....	13

	Página
2.1.2. Planejamento e processo de tomada de decisão .....	19
2.1.3. Sistemas de apoio à decisão .....	22
2.1.4. O processo de modelagem e a validação .....	24
2.2. Modelo analítico .....	25
2.2.1. Otimização do sistema de produção .....	25
2.2.2. Formulação e operacionalização do modelo .....	27
2.2.3. Análise econômica de sistemas de produção de leite .....	36
2.3. Fonte de dados e região de estudo .....	39
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	41
3.1. Dados .....	42
3.2. Cenário 1 .....	46
3.3. Cenário 2 .....	52
3.4. Cenário 3 .....	55
3.5. Comparação dos três cenários .....	56
4. RESUMO E CONCLUSÕES .....	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	62
APÊNDICES .....	69
APÊNDICE A .....	70
APÊNDICE B .....	82
APÊNDICE C .....	90
APÊNDICE D .....	95
APÊNDICE E .....	98
APÊNDICE F .....	101

## LISTA DE QUADROS

	Página
1	Produção, consumo e importação de leite no Brasil (milhões de litros) - 1990/2000 ..... 3
2	Distribuição de custos na atividade leiteira ..... 30
3	Produtividade nos sistemas de produção de leite de produtores-referência em Minas Gerais e Goiás ..... 38
4	Indicadores de eficiência na produção de leite ..... 39
5	Margem bruta obtida no sistema de produção de leite atual e na otimização do cenário 1 ..... 47
6	Comparação entre o manejo alimentar atual das vacas e o da solução ótima do cenário 1, no período das águas (kg/vaca/dia) ..... 49
7	Comparação entre o manejo alimentar atual das vacas e o da solução ótima do cenário 1, no período da seca (kg/vaca/dia) ..... 49
8	Composição do custo de alimentação na propriedade analisada, dados do ano agrícola 2000/2001 e dos resultados da otimização do cenário 1 ..... 50
9	Composição do custo de mão-de-obra na propriedade analisada, dados do ano agrícola 2000/2001 e dos resultados da otimização do cenário 1 ..... 51

10	Custo operacional efetivo do litro de leite na propriedade analisada, ano agrícola 2000/2001, antes e após otimização do cenário 1 .....	51
11	Margem bruta obtida no sistema de produção de leite atual e na otimização do cenário 2 .....	52
12	Composição do custo de alimentação na propriedade analisada, dados do ano agrícola 2000/2001 e dos resultados da otimização do cenário 2 .....	53
13	Resultado da alocação das áreas na solução ótima do cenário 2 .....	54
14	Comparação dos resultados da otimização no cenário 1 e no cenário 2 .....	54
15	Margem bruta obtida no sistema de produção de leite atual e na otimização do cenário 3 .....	55
16	Comparação dos resultados da otimização no cenário 2 e no cenário 3 .....	56
1A	Composição e limite de uso de terra na atividade leiteira (para categoria vaca) .....	70
2A	Limite de arrendamento de terra .....	71
3A	Preço dos fatores terra e mão-de-obra .....	71
4A	Mão-de-obra utilizada na atividade leiteira para manejo das vacas .....	71
5A	Tipo de ordenha adotada na propriedade .....	72
6A	Quantidade de vacas no rebanho (média no ano) .....	72
7A	Produção média de leite por lactação .....	72
8A	Custo de substituição de vacas .....	73
9A	Preço de compra de volumosos .....	73
10A	Despesa com arrendamento de pastos .....	74
11A	Custo anual de produção e produtividade das forragens perenes e anuais .....	75

	Página
12A	Preço, quantidade e composição dos ingredientes utilizados para formulação da ração concentrada ..... 76
13A	Custo de compra/produção e composição de concentrados ... 77
14A	Fornecimento de concentrado para vacas em lactação e seca ..... 77
15A	Preço recebido pelo produtor (médio no ano) ..... 77
16A	Despesa anual com medicamentos para vacas ..... 78
17A	Despesa anual com hormônios para vacas ..... 78
18A	Despesa com fornecimento de minerais para vacas ..... 79
19A	Despesa anual com inseminação das vacas ..... 79
20A	Despesa anual com material para ordenha ..... 79
21A	Despesa anual com reparos de bens utilizados na atividade leiteira (para vacas) ..... 80
22A	Despesa anual com energia e combustível para produção de leite ..... 80
23A	Despesa anual com impostos e taxas para produção de leite (para vacas) ..... 81
24A	Despesa anual com transporte do leite ..... 81
1B	Necessidades nutricionais para manutenção de vacas leiteiras/dia ..... 82
2B	Nutrientes necessários para produção de leite de acordo com o percentual de gordura ..... 83
3B	Cálculo da necessidade nutricional para manutenção de vacas em lactação de acordo com o peso informado ..... 83
4B	Cálculo da exigência nutricional para produção de leite de acordo com o teor de gordura no leite informado ..... 84
5B	Exigência nutricional total de uma vaca em lactação para produção de leite, de acordo com os dados informados ..... 84

	Página
6B	Necessidades nutricionais para manutenção e prenhez de vacas leiteira/dia (dois últimos meses de gestação) ..... 85
7B	Cálculo das necessidades nutricionais para manutenção e prenhez de vacas leiteira/dia (dois últimos meses de gestação) de acordo com o peso informado ..... 85
8B	Exigência nutricional total de uma vaca seca de acordo com os dados informados ..... 85
9B	Composição nutricional média das forragens verdes, raízes e outros ..... 86
10B	Composição nutricional média das silagens ..... 87
11B	Composição nutricional média dos alimentos concentrados ... 88
12B	Cálculo da produção de matéria seca/hectare (arrendado)/ período do ano, de acordo com a capacidade de suporte ..... 89
13B	Cálculo da produção de matéria seca/hectare (próprio)/ período do ano, de acordo com a capacidade de suporte ..... 89
1C	Relatório de respostas resumido do cenário 1 ..... 90
2C	Relatório de respostas completo do cenário 1 ..... 92
3C	Planilha de custo do leite do cenário 1 ..... 94
1D	Relatório de respostas do cenário 2 ..... 95
2D	Planilha de custo do leite do cenário 2 ..... 97
1E	Relatório de respostas do cenário 3 ..... 98
2E	Planilha de custo do leite do cenário 3 ..... 100

## LISTA DE FIGURAS

		Página
1	Cadeia agroindustrial do leite .....	4
2	Distribuição percentual da produção de leite no Brasil - 1998 .	10
3	Curva envelope de custo médio a longo prazo .....	15
4	Curvas de oferta e demanda de dois sistemas de produção de leite hipotéticos .....	18
5	Caracterização técnica e econômica dos sistemas de produção de leite .....	20
6	Visão esquemática de um sistema de apoio à decisão .....	23
7	Esquema geral das atividades consideradas no modelo .....	31
8	Visão esquemática do sistema de apoio à decisão .....	42
9	Planilha auxiliar de entrada de dados do SAD .....	43
10	Relatório de resposta resumido do cenário 1 .....	45

## RESUMO

LANA, Clarisse Maia, M.S., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2002.  
**Sistema de apoio à decisão no planejamento da produção de leite na região de Viçosa, Minas Gerais.** Orientador: Aziz Galvão da Silva Júnior.  
Conselheiros: Sebastião Teixeira Gomes, Carlos Arthur Barbosa da Silva e José Luís Braga.

A pecuária de leite nacional, nos últimos anos, vem passando por importantes transformações, tanto no que diz respeito à produção quanto à utilização dos fatores de produção. Essas transformações vêm sendo impulsionadas pela necessidade de adaptação dos sistemas de produção de leite a um ambiente de maior competição. Diante desse cenário, este estudo buscou desenvolver um sistema de apoio à decisão (SAD) para auxiliar, em especial pequenos produtores da Zona da Mata mineira, na alocação de recursos, visando a melhoria da rentabilidade na atividade leiteira. Visto que estes produtores, em geral, apresentam baixa produtividade dos fatores de produção, enfrentando dificuldades para se manterem no mercado globalizado. O sistema desenvolvido permite dimensionar os recursos (terra, mão-de-obra e animais) disponíveis, visando a maximização da margem bruta anual, através de um modelo de programação linear, e facilita a análise econômica dos sistemas de produção, através de uma planilha de custo que é gerada com os resultados do modelo. O SAD foi testado com dados de uma propriedade típica

da região. Verificou-se, ao nível de modelo, o impacto na renda provocado pela introdução de novas tecnologias ao atual sistema de produção. Os resultados da simulação indicaram, para essa propriedade, que é possível aumentar a margem bruta total e unitária da atividade em diferentes cenários. Na análise dos resultados, destaca-se a importância que o volume de leite produzido representou no aumento da margem bruta total. Isto comprova que para aumentar a margem bruta total da atividade não adianta selecionar um sistema de menor custo médio se este operar com baixo volume de produção e tiver poucas possibilidades de expansão. Portanto, para indicar o sistema de produção que proporciona maior margem bruta total é preciso considerar, além do custo médio baixo, o volume de leite produzido. O SAD desenvolvido nesse estudo mostrou-se útil para ser usado na comparação de estratégias diferenciadas, no planejamento ótimo da atividade leiteira, conforme as condições de cada propriedade, e na análise da eficiência econômica dos sistemas de produção. Portanto, o sistema tem potencial para ser aprimorado e implantado em fazendas típicas da região, desde que acompanhado por consultores para analisar as informações geradas e auxiliar na implementação dos resultados.

## ABSTRACT

LANA, Clarisse Maia, M.S., Universidade Federal de Viçosa, February 2002.  
**Decision support system for milk production planning in Viçosa region, Minas Gerais State.** Adviser: Aziz Galvão da Silva Júnior. Committee Members: Sebastião Teixeira Gomes, Carlos Arthur Barbosa da Silva and José Luís Braga.

Brazilian milk production has undergone important changes in the past few years, related both to production and allocation of production factors. These modifications have been incited by the need to adjust the milk production systems to an environment of greater competition. Considering this, the present study aimed to develop a decision support system (DSS) to assist resources allocation designed to improve milk activities profitability, especially for small producers in the “Zona da Mata” region, in Minas Gerais. In general producers of this region face difficulties to stay in the competitive new world market due to low productivity of the production factors. The system developed here allows the allocation of available resources (land, work force and cows) for maximum annual gross margin, through a linear programming model. It helps economic analysis of the production systems, through a cost datasheet that is created with the model results. The DSS was tested with data of a typical property of the region. It was possible to compare the results gathered at the producing

properties with those obtained through simulation under different scenarios. The model was also used to check the income alteration related to the introduction of new technologies to the current production system. Simulation results indicated, for that property, that it is possible to increase the total and unitary gross margin of the activity under different scenarios. Analyzing the results, it becomes very clear the importance of produced milk volume as the main factor for increasing total gross margin. This confirms that the increase of the total gross margin is not connected to the selection of a lower medium cost system in case it results in low production volume with little expansion potential. Therefore, to select the production system that provides the greatest total gross margin it is necessary to consider not only the lowest medium cost but also produced milk volumes. The DSS was shown useful to compare different strategies for planning milk producing activities, according to each property conditions, and for the analysis of economic efficiency of the production systems. Therefore, the system has potential to be enhanced and implemented in typical farms of the region, with the necessary assistance of experts to analyze the generated information and to aid in the execution of the model results.

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1. Caracterização da cadeia agroindustrial do leite no Brasil**

A cadeia agroindustrial do leite tem grande importância no contexto socioeconômico do país. Está presente em todo o território nacional e desempenha papel relevante na geração de empregos e tributos, na fixação da mão-de-obra rural, no suprimento de alimentos e na geração de renda. Em relação à renda nacional, estima-se que cerca de R\$ 18 bilhões são gerados pelos diferentes segmentos que a compõe (GOMES et al., 2001). De acordo com MARTINS e GUILHOTO (2001), a cada R\$ 1,00 de investimento na indústria de lácteos, há um acréscimo de R\$ 4,98 no aumento do PIB (Produto Interno Bruto), o que a coloca à frente de segmentos importantes, como a siderurgia e indústria têxtil.

Em 2000, o volume de leite produzido no Brasil foi de aproximadamente 20 bilhões de litros (GOMES, 2001b), conferindo ao país a posição de sexto maior produtor mundial deste produto. Essa produção corresponde a praticamente o dobro da produção da Nova Zelândia e mais do que o dobro da produção da Argentina, ambos países considerados referências na produção e exportação mundial de produtos lácteos (SANTOS e VILELA, 2000). Apesar disso, a produção nacional ainda é insuficiente para atender à

demanda interna de leite e derivados, o que faz com que o país recorra ao mercado externo para suprir esse déficit (SOUSA, 1995).

Segundo JANK e GALAN (1998), o Brasil já figura há anos como grande importador de produtos lácteos, o que resulta num dos principais problemas de competitividade que a cadeia agroindustrial do leite tem enfrentado. O leite importado entra a preços altamente competitivos e, aparentemente, serve como importante balizador de tetos de preços no mercado interno. Entretanto, vale salientar que a entrada de derivados lácteos no país decorre, por um lado, da comprovada eficiência dos países exportadores e, por outro, da existência de condições vantajosas oferecidas a estes países, em termos de preços, prazos, financiamentos, subsídios praticados na origem, entre outros. Em decorrência disto, JANK et al. (1998) destacam que as importações de lácteos nos anos 90 cresceram 134%, em comparação à década anterior, enquanto que a oferta doméstica de leite aumentou em apenas 29%. CAMPOS FILHO (1998) acrescenta que, no período entre 1995 e 1998, o setor lácteo foi responsável por um déficit na balança comercial da ordem de dois bilhões de dólares e que cerca de 15% do leite e derivados consumidos no país são importados.

No Quadro 1 pode-se observar o crescimento da produção, consumo e importação de leite durante a década de 90.

Embora diversos fatores de origem macroeconômica sejam, em parte, responsáveis por tal tipo de problema, FARINA e ZYLBERSZTAJN (1998) ressaltam que, ao nível das firmas, a competitividade da cadeia agroindustrial do leite tem sido comprometida pelas deficiências de produtividade e elevada heterogeneidade tecnológica e gerencial, além de generalizada deficiência nos sistemas de informação e coordenação desses sistemas que elevam sobremaneira os custos de transação e reduzem a adaptabilidade de toda a cadeia às mudanças externas.

Esse cenário demonstra que a cadeia agroindustrial nacional do leite está aquém de suas reais potencialidades, exigindo desta maiores níveis de coordenação e especialização em todos os segmentos que a compõe.

Quadro 1 - Produção, consumo e importação de leite no Brasil (milhões de litros) - 1990/2000

Ano	Produção	Importação	Consumo
1990	14.484,4	906,0	14.810,5
1991	15.079,0	1.313,0	16.392,0
1992	15.784,0	276,0	16.060,0
1993	15.591,0	632,0	16.223,0
1994	15.784,0	1.250,0	17.034,0
1995	16.474,0	3.200,0	19.674,0
1996	18.515,0	2.450,0	20.965,0
1997	18.666,0	1.930,0	20.596,0
1998	18.693,4	2.270,0	21.597,0
1999	19.070,0	2.410,0	21.543,0
2000	20.090,0	1.830,0	21.920,0

Fonte: YAMAGUCHI et al. (2001) - Embrapa Gado de Leite.

JANK et al. (1999) consideram que o grande número de instituições e agentes que compõe a cadeia agroindustrial do leite no Brasil podem ser classificados em sete segmentos principais (Figura 1): (1) insumos para agropecuária, insumos para indústria laticinista etc.; (2) produção primária de leite; (3) captação e transporte da matéria-prima; (4) indústrias processadoras; (5) transporte e distribuição de produtos processados; (6) mercado e (7) consumo.

A organização da cadeia se faz por meio destes componentes e, parcialmente, pelas relações formais e informais desenvolvidas por eles. Portanto, a coordenação da cadeia é um processo dinâmico, que, para CASTRO e NEVES (2001), apesar de se encontrar em franca evolução, ainda apresenta pontos de estrangulamento, entrave e desafios, principalmente no segmento da produção primária.

Plano Político –Institucional  
 Representantes dos produtores, da indústria, do comércio etc. Associação de produtores – Governo –  
 Instituições governamentais e privadas de pesquisa, extensão rural, crédito e outros



Fonte: JANK et al. (1999).

Figura 1 - Cadeia agroindustrial do leite.

O segmento da produção primária no Brasil é formado por cerca de 1.200 mil produtores que, no ano 2000, foram responsáveis por gerar um valor bruto da produção da ordem de R\$ 6,6 bilhões (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA - CNA, 2001). Neste segmento observa-se uma distribuição assimétrica entre os produtores rurais, ocasionando baixo volume individual por produtor e grande número de produtores não-especializados, que, geralmente, acabam por ofertar um produto de baixa qualidade.

Ao caracterizar este segmento, VILELA et al. (1998) destacam que a maioria dos produtores de leite do Brasil apresenta baixa produtividade dos fatores de produção. No mesmo sentido, SOUSA (1995), MARTINS (1997), SANTOS e VILELA (2000) e BALDE BRANCO (2001) constatam que a atividade leiteira nacional apresenta indicadores de produtividade bem distantes do que é possível alcançar dado o potencial do país e o que se verifica em nível mundial. MATTOS (1999) cita que a média de produção do rebanho, segundo as estatísticas, varia de 790 a 1.057 litros/vaca/ano, contrastando com a média mundial superior a 2.000 litros.

RUFINO (1994) e SOUKI (2000) consideram que a baixa produtividade dos fatores de produção é, simultaneamente, causa e conseqüência da desestruturação da pecuária leiteira, visto que essa situação penaliza tanto o produtor, em razão da baixa lucratividade da atividade, quanto o consumidor,

em razão do elevado custo do produto, e ainda a indústria laticinista, que se depara com uma oferta de matéria-prima instável e de qualidade inferior.

Para entender como mudanças no segmento da produção podem melhorar este quadro faz-se necessário analisar as transformações pelas quais a cadeia agroindustrial do leite tem passado e as implicações trazidas para este segmento.

## **1.2. Novo contexto da cadeia agroindustrial do leite**

Nas últimas décadas aumentou a atenção para os aspectos estruturais, de manejo e de gerenciamento nos sistemas agroalimentares em razão da maior competitividade nos mercados. Nesse cenário, o setor agroindustrial brasileiro vem sofrendo um processo crescente de integração ao mercado, com conseqüente mudança em suas estratégias de produção e distribuição para melhoria de sua capacidade competitiva. Este fato vem sendo acelerado pela tendência à liberalização econômica e à redução da intervenção governamental nos mercados e na produção agrícola, pois coloca os agricultores em concorrência direta com fornecedores externos.

O setor de lácteos, no Brasil, é um caso típico de setor que vem sofrendo profundas transformações em sua estrutura e organização produtivas. GOMES (1997) considera que os principais fatores que desencadearam as transformações no setor de lácteos foram:

- Maior abertura ao comércio internacional, a partir do início dos anos 90, especialmente com a efetivação do Mercosul;
- Liberação do preço do leite, a partir de setembro de 1991;
- Queda da taxa de inflação, a partir de julho de 1994, com o Plano Real, proporcionando aumento do poder de compra do consumidor; e
- Aumento da exigência do mercado em qualidade e maior comodidade (leite longa vida).

De acordo com JANK e GALAN (1998) e GOMES e ALVES (2000), os fatos citados anteriormente afetaram e ainda afetam todos os segmentos da cadeia produtiva do leite, desencadeando uma série de transformações no setor, a saber:

- Queda do preço recebido pelos produtores, estimada por GOMES (2000) em 11% ao ano, de 1994 a 1999, devido à maior competitividade externa e interna;
- Reestruturação geográfica da produção, com aumento da participação da produção de leite no cerrado;
- Mudança na estrutura produtiva, com concentração da produção em grandes produtores, aumentando significativamente a produção de leite [segundo GOMES (2000), a taxa anual média de crescimento da produção de leite de 1990 a 1999 foi de 4,0%];
- Aquisições e alianças estratégicas no meio empresarial, ampliando o poder de laticínios, multinacionais e dos supermercados;
- Aumento da concorrência na indústria tanto na compra de matéria-prima (para enfrentar a concorrência na captação de leite adota-se um sistema de bonificação por volume e qualidade) quanto na venda de leite;
- Expressivo crescimento do consumo de leite e derivados;
- Crescimento das importações de produtos lácteos em decorrência da expansão do consumo; e
- Crescimento da coleta à granel de leite, visando a melhoria da qualidade da matéria-prima e a redução dos custos operacionais.

Todas essas mudanças no ambiente competitivo e no mercado consumidor refletiram-se na produção, colocando em cheque a capacidade de resposta da produção brasileira de leite ao novo padrão estabelecido (TANNÚS, 2000). O aumento da concorrência traz em seu bojo a redução de preços e, por conseqüência, a redução das margens de lucro unitário, o que força os produtores a investirem não só no aumento da produtividade como também no volume de produção.

Diante dessa nova realidade, o setor leiteiro é obrigado a repensar suas estruturas e mecanismos de funcionamento, não havendo lugar para produtores com baixa produtividade, altos custos, baixo nível tecnológico e sem eficiência. De modo que, é imprescindível que a propriedade rural seja encarada como uma empresa e, como tal, fonte geradora de lucro.

### 1.3. O problema e sua importância

Apesar da grande transformação em curso na cadeia agroindustrial do leite, ainda é majoritário o número de pequenos produtores que se dedicam à atividade. Os significativos incrementos na produção e na produtividade nacional, observados na última década, não ocorreram igualmente em todas as propriedades. Naquelas propriedades onde ainda não ocorreu a devida reestruturação do modo de produção, os níveis de produtividade continuam baixos, não permitindo adequada remuneração da atividade.

A dificuldade de se adaptarem a um cenário de intensa competição, contudo, excluiu 36% dos produtores entre 1996 e 2000 (Leite Brasil, 2001). Segundo SOUKI et al. (1999), as deficiências administrativas internas das empresas rurais tem significativa parcela de responsabilidade por esta situação.

Vários estudos que focalizam os problemas econômicos enfrentados pelo setor leiteiro no Brasil têm apontado o ganho em produtividade e o aumento da escala de produção como sendo os principais mecanismos para melhoria da rentabilidade da atividade (GOMES, 2000; BORTOLETO e WILKINSON, 2000; LACKI, 2001).

Ressalta-se, portanto, a importância e a necessidade de buscar maior produtividade dos fatores de produção, promovendo o uso intensivo e racional destes, buscando-se o equilíbrio entre altos rendimentos biológicos e rentabilidade. Deste modo, busca-se, por um lado, através da adoção de tecnologias disponíveis, aumentar a produtividade dos sistemas de produção, tornando a atividade mais rentável para o produtor e, por outro, através do equilíbrio dos componentes do sistema, garantir sua sustentabilidade.

Quando se menciona a necessidade de racionalidade nos processos produtivos, a idéia de administração de tais processos torna-se evidente. A importância da administração rural destaca-se, dentre outros, pelo fato desta auxiliar no diagnóstico das restrições dos sistemas de produção de leite e possibilitar ao administrador estabelecer estratégias para viabilizar tal atividade.

Segundo QUEIROZ (2001), o grande problema da maioria das fazendas produtoras de leite é gerencial, de modo que o correto gerenciamento

da rotina de trabalho numa propriedade deve vir antes que o investimento em tecnologia para que os avanços tecnológicos possam assegurar o desenvolvimento sustentável e competitivo do setor. No caso de muitas empresas, é a má gestão que prejudica a adoção das inovações tecnológicas.

As tomadas de decisão, por sua vez, são a base dos processos administrativos. Desse modo, a existência de sistemas produtivos eficientes e sustentáveis irá depender, principalmente, da capacidade dos empresários rurais em tomar decisões de forma rápida e acertada diante das imposições e influências que o mercado exerce sobre as empresas. Assim, dadas as inúmeras alternativas para alocação dos recursos num ambiente de incerteza e as limitações específicas da propriedade, o processo decisório torna-se bastante complexo, exigindo do administrador maior ênfase na análise contínua das decisões-chaves a serem tomadas.

Para VALE (1999), um estudo da administração rural deve examinar o processo de tomada de decisão e também desenvolver formas de auxiliar o administrador no desempenho dessa função. Visto que, com a utilização de métodos e técnicas da ciência gerencial, é possível avaliar situações alternativas e analisar *a priori* os resultados possíveis, reduzindo, assim, as incertezas na tomada de decisão.

FATURETO (1997) cita que o planejamento eficaz é o primeiro instrumento no qual o produtor deve se basear para atingir seus objetivos. Portanto, a premência de modernização da pecuária leiteira, principalmente nos seus métodos de gestão, demanda instrumentos ágeis que orientem o processo de tomada de decisão, através de métodos de planejamento formais.

O planejamento de um sistema de produção de leite consiste, entre outras, em estabelecer normas zootécnicas que serão seguidas no intuito de um aproveitamento racional dos recursos disponíveis. Deste modo, a administração com base em um planejamento criterioso pode trazer resultados positivos em modelos diferentes de pecuária leiteira através de orientação voltada para as características individuais da propriedade.

Essa situação, segundo YAMAGUCHI e CARNEIRO (1997), poderá ser facilitada à medida que o produtor de leite passe a adotar alguma forma de sistematização das informações relativas ao seu sistema de produção. Além

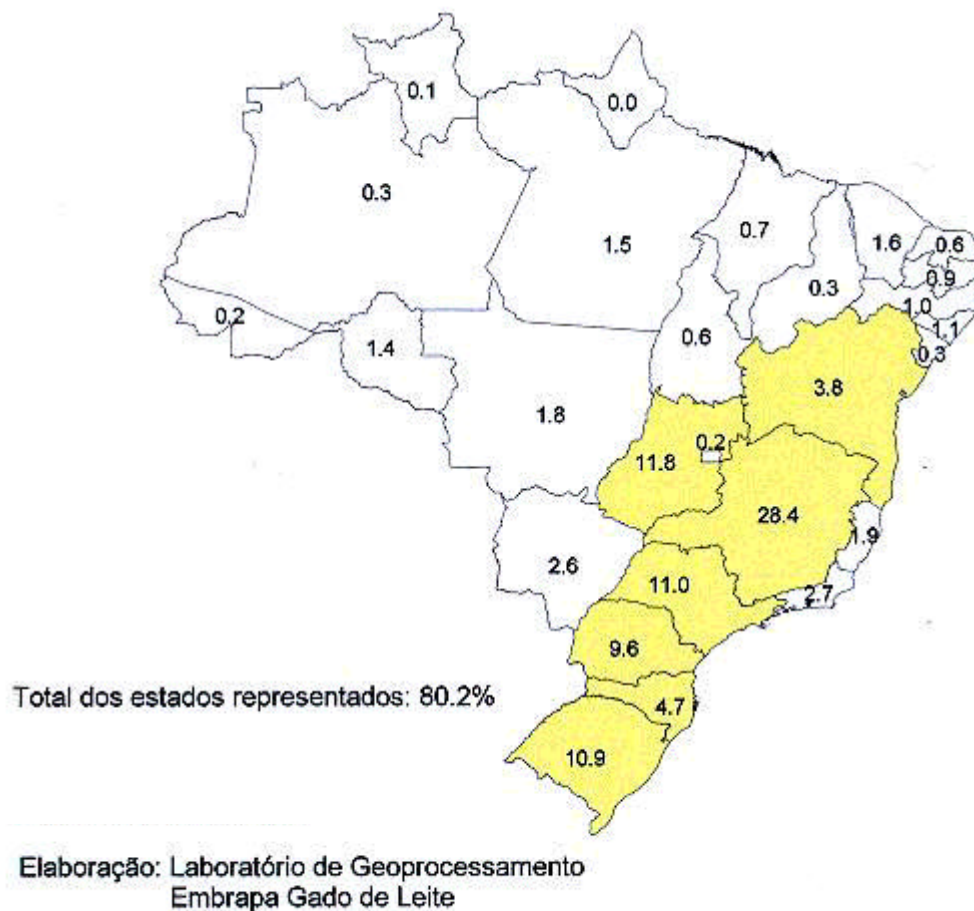
disso, no caso da atividade leiteira, dada a sua característica dinâmica, onde os eventos são contínuos e ocorrem durante todo o ano, torna-se necessário desenvolver um mecanismo próprio, que possua características de simplicidade e agilidade, para dar suporte às tomadas de decisões, a fim de alcançar sempre a máxima eficiência de acordo com o objetivo pretendido da empresa que, em geral, é a maximização do lucro.

Os produtores interessados em aumentar o lucro total a partir dos recursos de que dispõem têm buscado, cada vez mais, auxílio à tomada de decisão. Nesse sentido, o Programa de Desenvolvimento da Pecuária Leiteira na Região de Viçosa (PDPL-RV) vem acompanhando produtores de leite da região de Viçosa, objetivando aumentar a eficiência técnica e econômica nas fazendas assistidas e, dessa forma, contribuir para o desenvolvimento da pecuária leiteira na Zona da Mata de Minas Gerais.

Embora, nos últimos anos, Minas Gerais venha perdendo sua participação percentual em relação ao total do rebanho brasileiro, o estado ainda possui o maior rebanho bovino do país, o maior número de vacas ordenhadas e a maior produção de leite (SOUKI, 2000).

A produção de Minas Gerais, conforme a Figura 2, representa 28,4% do volume de leite produzido no país e a Zona da Mata é responsável por 12% do volume produzido no estado, o que a torna a terceira maior região produtora do estado (CAMPOS, 2001).

Entretanto, no estudo realizado por SOUSA (1995) em propriedades leiteiras, na região de Viçosa-MG, assistidas pelo PDPL-RV, foi constatado que as produtividades dos fatores terra, mão-de-obra e capital de custeio se apresentavam muito inferiores àqueles alcançados pelas explorações de pecuária mais avançada. OLIVEIRA et al. (2000), com base nos resultados de estudo desenvolvido, também, nessa região, em 22 fazendas produtoras de leite assistidas pelo PDPL-RV, concluíram que a) a maioria das propriedades estudadas apresentou baixo padrão econômico; b) a melhoria dos índices técnicos poderá levar a índices econômicos mais atrativos; e c) o aumento da produtividade animal e o da escala de produção, associados à ausência de sazonalidade, constituem fatores preponderantes para o aumento da rentabilidade.



Fonte: ANUÁRIO DA PECUÁRIA - ANUALPEC (1999).

Figura 2 - Distribuição percentual da produção de leite no Brasil - 1998.

Todavia, apesar dos baixos retornos, a atividade leiteira é importante pela sua contribuição à maior estabilidade da renda da propriedade, tanto pela existência de renda mensal, que é obtida com a venda do leite, quanto pela reserva de valor que o rebanho representa. É, também, importante no aproveitamento de áreas impróprias para lavoura. No entanto, devido à baixa rentabilidade do atual sistema de produção, há pouca disposição para maiores investimentos, restando ao produtor a alternativa da melhoria gradual dos sistemas atualmente em uso.

Como os recursos disponíveis são limitados, a empresa deve procurar escolher a alternativa de combinação e utilização dos recursos que apresentem melhores resultados em termos econômicos. Partindo-se da premissa de que a baixa produtividade dos fatores de produção é um gargalo no desenvolvimento e na rentabilidade da pecuária, torna-se premente a otimização do uso dos fatores visando o incremento da produtividade destes. Contudo, o aumento da produtividade deve ser entendido como um meio para aumentar a produção e, principalmente, o lucro total da atividade.

Portanto, não adianta selecionar um sistema de baixo custo médio se este tiver poucas possibilidades de expansão. Os produtores que não se ajustarem à esta realidade, serão fatalmente excluídos do mercado (GOMES e ALVES, 2000). Daí a importância desse estudo para a região de Viçosa que é uma bacia leiteira tradicional constituída por pequenos produtores de leite, com baixo nível tecnológico e, conseqüentemente, com baixa produtividade dos fatores de produção.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo geral**

Este estudo tem por finalidade desenvolver um sistema de apoio à decisão para auxiliar no planejamento e na análise da eficiência econômica de sistemas de produção de leite, em propriedades típicas da região de Viçosa-MG, utilizando como indicadores principais o uso da mão-de-obra, manejo da alimentação e o número de vacas no rebanho.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- a) Modelar os sistemas de produção de leite a partir dos recursos disponíveis e segundo os coeficientes técnicos adotados pelos produtores;
- b) Flexibilizar os sistemas de produção modelados, com base nos coeficientes técnicos gerados pela pesquisa zootécnica e na relação de preços, visando a alocação ótima dos recursos;

- c) Analisar cenários que apresentem diferentes níveis de rigidez quanto às mudanças nos sistemas de produção, verificando o impacto que estas representam na margem bruta.

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1. Referencial teórico**

#### **2.1.1. Teoria da firma**

De acordo com GOMES e ALVES (2000), a eficiência de uma firma consiste em dois componentes: eficiência técnica, que reflete a habilidade da firma em obter máximo produto, dado um conjunto de insumos e a tecnologia adotada, e eficiência alocativa, que reflete a habilidade da firma em utilizar os insumos em proporções ótimas, dados seus preços relativos. Essas duas medidas são combinadas para se obter uma medida de eficiência econômica total.

Nesse cenário, a microeconomia tradicional ou neoclássica torna-se relevante para a fundamentação teórica deste trabalho. Uma vez que os princípios gerais da Teoria da Firma proporcionam fundamentos básicos para análise das relações entre produção e custos de produção e, além disso, constitui a base para determinação da procura da firma com relação aos fatores de produção de que necessita quando da realização de seu processo produtivo.

Assim, ao iniciar o processo produtivo, o empresário irá, em função dos preços e exigências do mercado, variar os fatores e as quantidades destes empregadas no sistema de produção, o que resultará em diferentes níveis de produção (volume e produtividade). Esse tipo de ação do empresário, além de restrições econômicas e financeiras, está sujeito ao que se caracteriza como uma restrição técnica, isto é, a função de produção (MAGALHÃES, 1996).

Segundo HENDERSON e QUANDT (1958), a função de produção é uma relação técnica que mostra a quantidade máxima de produto obtida, em determinado período de tempo, a partir de qualquer conjunto especificado de fatores de produção (terra, capital, mão-de-obra), dada a tecnologia existente. Essa função pode ser expressa matematicamente por:

$$Y = f(a, b, c)$$

em que  $Y$  é a quantidade máxima do bem produzido;  $a$ ,  $b$  e  $c$  são as quantidades dos fatores (recursos) utilizados na produção de  $Y$  e  $f(\dots)$  é uma função contínua com derivadas parciais de primeira e segunda ordem. A função de produção é definida apenas para valores não-negativos dos níveis de insumo e de produto e a relação pode ser ampliada para incluir tantos recursos quanto necessário para a produção de um dado bem (LEFTWICH, 1994).

Todavia, a produção de qualquer bem incorre em custos para a firma. Os custos de produção de cada quantidade de produto dependem de quanto a firma paga pelos recursos e das técnicas disponíveis para a combinação desses recursos para produzir tais quantidades de produto. O custo médio (CMe) é obtido dividindo-se o custo pela quantidade produzida.

Na análise dos custos de produção, é importante fazer distinção entre curto e longo prazo. No curto prazo, a empresa não é capaz de variar as quantidades de alguns dos recursos usados. Os recursos fixos determinam o tamanho da unidade produtiva, estabelecendo o limite máximo da quantidade do produto, por unidade de tempo, que a empresa é capaz de produzir. A empresa, entretanto, pode variar o seu produto até o limite máximo, a partir do aumento ou da redução das quantidades dos recursos variáveis dentro dos limites permitidos pelos recursos fixos. No longo prazo, todos os recursos

podem variar, isto é, não há qualquer recurso fixo. É, portanto, o tempo suficiente para que a firma possa variar as quantidades, por unidades de tempo, de todos os recursos usados.

Os formatos das funções de produção e custo dependem do tamanho da empresa e são determinadas de maneira unívoca, no curto prazo. A curva de custo, a longo prazo, é formada pelas curvas a curto prazo que a envolvem (Figura 3).

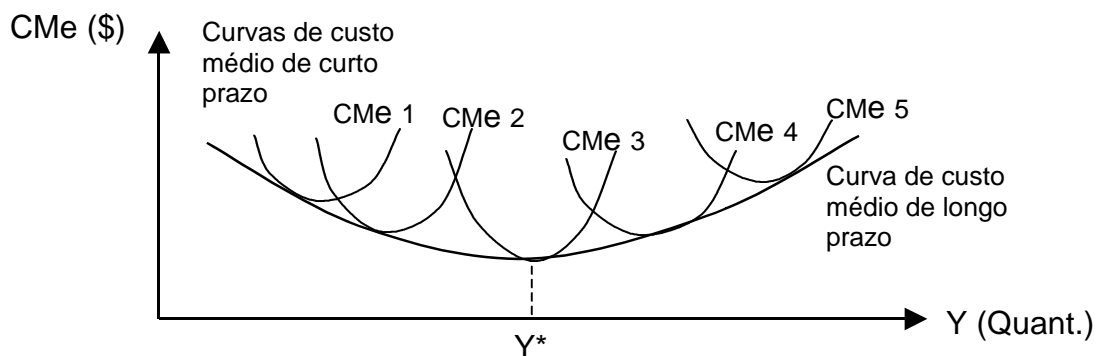


Figura 3 - Curva envelope de custo médio a longo prazo.

A produção em que o custo médio no curto prazo é mínimo chama-se o nível ótimo de produção, para dado tamanho da firma. Segundo GILL (1976), o empresário competitivo estará produzindo, a cada nível de produção, a um custo mínimo se os preços dos fatores de produção ( $Pf_n$ ) em relação aos seus produtos marginais<sup>1</sup> ( $PFMa_{fn}$ ) forem iguais. Então, para  $n$  fatores de produção ( $f_1, f_2, \dots, f_n$ ), a regra das combinações de custos mínimos é dada por:

$$\frac{Pf_1}{PMA_{f_1}} = \frac{Pf_2}{PMA_{f_2}} = \dots = \frac{Pf_n}{PMA_{f_n}}$$

<sup>1</sup> O produto marginal de um fator de produção é a adição, feita ao produto total, derivada do emprego de mais uma unidade daquele fator de produção, quando se mantém todos os outros fatores de produção constantes.

Mantendo-se os preços dos fatores constantes, a reação do nível de produção a um aumento proporcional de todos os insumos descreve os rendimentos de escala. Um sistema opera numa região de retornos crescentes quando se dobrarem todos os insumos mais do que se dobra a produção. Nessa região, aumentar a produção reduz, obviamente, o custo médio. Assim, quando o custo médio a longo prazo decresce existe retornos crescentes a escala e quando cresce os retornos de escala são decrescentes.

YAMAGUCHI (1991), ao analisar a interdependência da produção, do custo e da demanda de fatores na economia leiteira da Zona da Mata de Minas Gerais, concluiu que havia ocorrência de retornos crescentes à escala nas operações de produção leiteira. Na mesma região, RUFINO e GOMES (1992), analisando as relações entre a eficiência econômica da produção e o tamanho da atividade leiteira, concluíram que havia acentuados ganhos de escala nessa atividade e que estes eram diferentes para os diversos níveis de produtividade.

Portanto, GOMES (2001a) considera que a mudança de um sistema de produção de leite de baixa produtividade para outro de alta é o caminho indicado para o aumento da escala de produção e, por conseqüência, do lucro total.

Na atividade leiteira, um sistema de baixa produtividade utiliza poucos insumos, razão pela qual seu custo/litro é baixo e o lucro/litro é alto. Todavia, como ele tem pequena capacidade de resposta, em termos de oferta, aos estímulos de mercado, sua expansão é limitada, visto que não consegue aumentar, significativamente, o volume de produção. Por isto, o lucro total é pequeno. Por outro lado, o sistema de alta produtividade utiliza grandes quantidades de insumos, motivo pelo qual o custo/litro é maior e o lucro/litro é menor que os do sistema de baixa produtividade. Entretanto, como ele tem alta capacidade de resposta, sua expansão é facilitada, conseguindo aumentar, significativamente, a produção. Por isto, o lucro total é maior e, mesmo que no curto prazo este grupo não tenha menor custo/litro, no longo prazo seu custo será menor que daquele de baixa capacidade de resposta.

Em outras palavras, podem-se dividir os sistemas de produção de leite em dois grupos, quais sejam, o primeiro grupo ( $S_1$ ), de baixa capacidade de resposta e menor custo/litro, e o segundo grupo ( $S_2$ ), de alta capacidade de

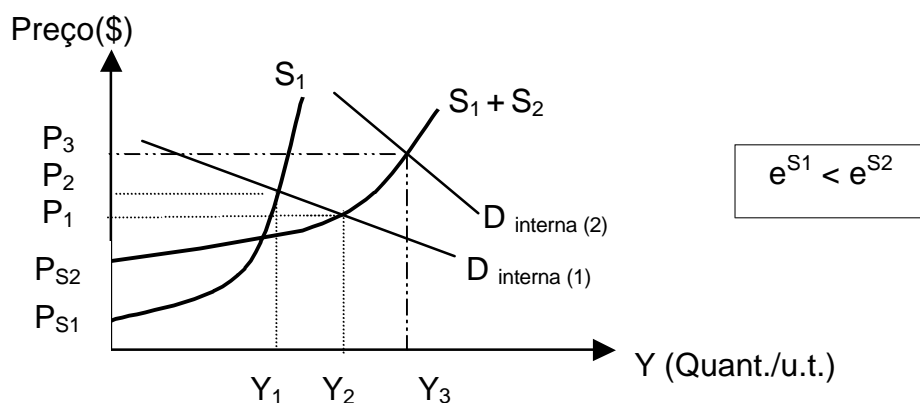
resposta e maior custo/litro. Diante de uma demanda do mercado por mais leite, o custo médio do segundo grupo ficará menor que o do primeiro, em razão de sua maior capacidade de resposta aos estímulos do mercado (GOMES, 2000).

A sensibilidade de resposta dos produtores em face dos estímulos de preços é verificada pela elasticidade da oferta do produto. A mudança relativa na quantidade ofertada de um bem em função de seu preço chama-se elasticidade-preço da oferta ( $e^S$ ) e se mede pela variação relativa na quantidade ( $\Delta Y/Y$ ) dividida pela variação relativa no preço ( $\Delta P/P$ ) (LEFTWICH, 1994).

Na Figura 4, a curva  $S_1$  representa a curva de oferta de leite se apenas o grupo  $S_1$  fosse a opção de tecnologia. Observa-se que este grupo pouco reage aos incrementos de preço. Assim sendo, se a demanda pelo produto crescer os preços vão subir, sem que haja um aumento significativo da quantidade produzida. A curva  $S_1+S_2$  é a curva de oferta com duas opções de tecnologia:  $S_1$  e  $S_2$ . Considerando a curva de demanda (1), pode-se observar o que representa, em termos de queda do preço do leite, a introdução do grupo  $S_2$ . Se a demanda viesse a ser a demanda (2), então sem o grupo  $S_2$  o preço do leite seria muito elevado, certamente implicando em importações (ALVES, 1999).

Cada sistema de produção tem seu preço de sobrevivência que é equivalente ao mínimo do custo médio. A relevância de se conhecer o preço de sobrevivência se deve ao fato de que, se o preço do produto ficar menor do que ele, a produção cessa. Nada diz sobre o que acontece quando o preço do produto for maior. A reação do sistema às variações do preço do leite é dada pela curva de oferta.

Nesse sentido, GOMES (2000) afirma que na pecuária leiteira a decisão de escolher o melhor sistema de produção deve considerar, numa perspectiva futura, não somente o custo médio baixo, mas também a alta capacidade de resposta, em termos de oferta, aos estímulos de mercado.



$P_{S1}$  = Preço mínimo que permite sobreviver  
 $P_{S2}$  = Preço mínimo que permite sobreviver

Fonte: Adaptado de ALVES (1999).

Figura 4 - Curvas de oferta e demanda de dois sistemas de produção de leite hipotéticos.

Note-se, então, que a produção que maximiza os lucros da empresa não é aquela em que o custo médio é mínimo e o lucro unitário é maximizado. Como a empresa está interessada no lucro total máximo que esta pode obter com os recursos de que dispõe. A igualdade  $CMa = RMa$  é, por conseguinte, a condição de equilíbrio que as firmas de comportamento racional procuram alcançar. Para tal, o caminho indicado é a mudança de um sistema de baixa produtividade para outro de alta, viabilizando, dessa forma, o aumento do volume de produção.

A curva de custo marginal (C<sub>Ma</sub>) é uma curva que relaciona o custo de produção de uma unidade adicional com o nível do volume de produção. A receita marginal (R<sub>Ma</sub>) representa a receita obtida com a venda de mais uma unidade, ou seja, o preço do produto é a própria receita marginal nos mercados de competição perfeita. Com esses dois conceitos é possível determinar o nível ótimo do volume de produção (HAVEMAN e KENYON, 1972).

Deste modo, a busca por maior rentabilidade na atividade leiteira, dentro do contexto da economia da produção, depende da tomada de decisão com relação à alocação de recursos (capital, mão-de-obra, terra e recursos de administração rural) e, para isso, baseia-se nos princípios de otimização: maximização de lucros e minimização de custos.

A Figura 5 ilustra a caracterização técnica e econômica dos sistemas de produção de leite.

### **2.1.2. Planejamento e processo de tomada de decisão**

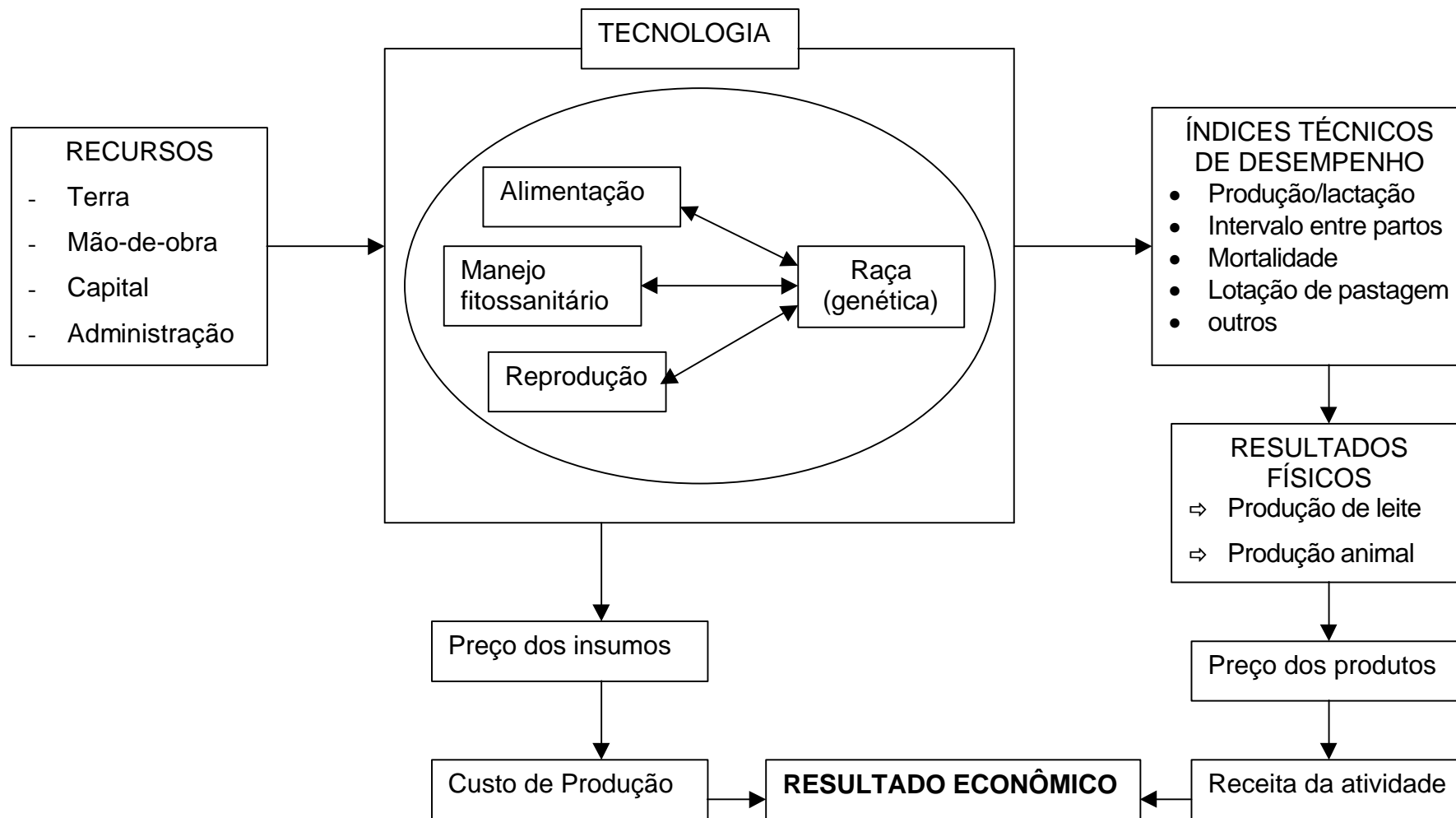
Quando se trata de explorações leiteiras, pode-se, com freqüência, encontrar empresas que apresentam uso não racional dos recursos de produção, concorrendo de forma acentuada para o fracasso do empreendimento. Como a maior parte dos recursos disponíveis são, de forma geral, limitados, o tomador de decisão deve procurar escolher a alternativa de combinação e utilização dos recursos que apresente melhor resultado em termos de lucro total. Neste sentido, o sucesso econômico da empresa vai depender da gestão eficiente de seus recursos, bem como da profissionalização da gestão financeira e administrativa da propriedade.

Segundo Thierauf, citado por VALE (1995), o processo administrativo é visto, fundamentalmente, como tomada de decisão, isto é, como processo de avaliação, seleção e iniciação de ações. Portanto, a tomada de decisão está no centro de todas as funções que compreendem o processo administrativo.

Para que sejam efetivas, as decisões a serem tomadas pelas empresas que exploram a atividade leiteira devem ser racionais. Dentro deste processo, a informação é um recurso essencial que precisa ser bem administrado para o sucesso da tomada de decisão (VALE, 1995).

SALAZAR (1998) ressalta que o grau de racionalidade encontrado na tomada de decisão é fortemente influenciado pela quantidade de informação disponível, pelo número de alternativas que podem ser examinadas e pelas pressões exercidas pelos ambientes interno e externo.

Nesse cenário, o planejamento surge como o principal instrumento de resposta às pressões recebidas pela empresa e deve ser conduzido de forma que permita sua adaptação dinâmica a qualquer alteração no ambiente econômico (MEDEIROS, 1999).



Fonte: Adaptado de GOMES (1997b).

Figura 5 - Caracterização técnica e econômica dos sistemas de produção de leite.

Jentsch, citado por JOHNSON e PAEZ (1995:8), define planejamento como “o enriquecimento sistemático da base de informações para a tomada de decisões”. Este enriquecimento é atingido pela análise das conseqüências futuras das alternativas disponíveis bem como pelos impactos no presente de eventos futuros prognosticados. Dessa forma, o planejamento visa criar um futuro desejado.

Todavia, a conjugação de todas as informações necessárias para indicar a melhor alternativa de alocação dos recursos, isto é, de mostrar a composição da produção que seja tecnicamente viável e que melhor remunere os fatores de produção disponíveis na propriedade é bastante complexa. Por isso, foram desenvolvidas técnicas de planejamento, cujos resultados permitem orientações mais racionais ao processo de decisão de como conduzir as atividades na propriedade.

Dentre os métodos utilizados para o planejamento da empresa, a programação matemática se constitui numa importante ferramenta de pesquisa e apoio à tomada de decisão, pois possibilita simular os processos envolvidos nos sistemas de produção e, desta forma, permite prever os efeitos de uma decisão gerencial no comportamento das variáveis responsáveis pelo desempenho do sistema. Portanto, o tomador de decisão poderá ficar ciente das conseqüências dos seus atos sob diferentes cenários.

De acordo com PARIS (1991), as técnicas de programação linear constituem o instrumental operacional e lógico que melhor organiza a quantidade de informações complexas necessárias para o processo de tomada de decisão em nível de fazenda. Como o objetivo dos produtores consiste, geralmente, na maximização do lucro ou da margem bruta, estes devem tomar decisões com relação a: 1) culturas ou animais a serem explorados; 2) operações ou tarefas associadas à produção e sua organização no tempo; 3) fluxos de serviços de capital, máquinas e equipamentos; 4) estoque de capital, máquinas e equipamentos; e 5) disponibilidade de mão-de-obra e outros insumos produtivos.

Neste contexto, a utilização de sistemas de apoio à decisão por parte do empresário rural, mais particularmente o produtor de leite, tornou-se premissa básica para a transformação de sistemas de produção de leite

caracterizados pela baixa remuneração de seus fatores produtivos em sistemas que possuem maior capacidade de resposta aos estímulos de mercado.

### **2.1.3. Sistemas de apoio à decisão**

Segundo El-Najdawi e Stylianou e Turban, citados por RESENDE FILHO (1997), um sistema de apoio à decisão (SAD) é um agrupamento de ferramentas computacionais desenvolvido para dar suporte à resolução de um problema administrativo particular, que pode auxiliar tomadores de decisão em seus processos de decisão de problemas não estruturados<sup>2</sup> ou semi-estruturados. O SAD permite o uso de dados e modelos analíticos e a incorporação de etapas do processo de tomada de decisão, sendo um produto da interação entre diversas áreas do conhecimento.

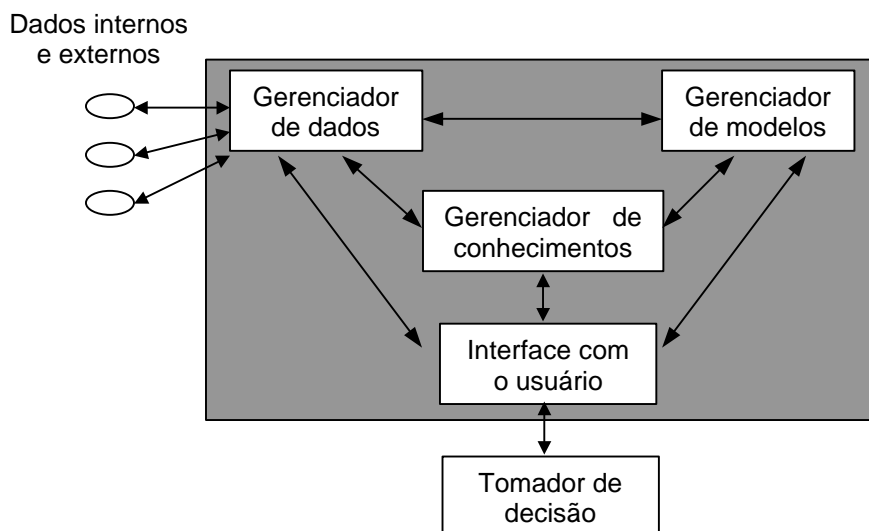
Segundo MOURA (1995), esses sistemas tem capacidade para prover rápidas respostas para inesperadas situações resultantes de mudanças em um cenário e, dessa maneira, aumentam a eficácia do processo decisório. Entretanto, esses sistemas não têm a função de substituir o julgamento do tomador de decisão, mas sim de apoiar e ampliar o suporte do tomador de decisão, o que permite aumentar a qualidade da decisão tomada.

Os SAD's são compostos de um gerenciador de dados, um gerenciador de modelos, um gerenciador de conhecimentos e um subsistema de comunicação (interface) com o usuário (Figura 6).

Segundo SCHUTZER e PEREIRA (1999), no subsistema gerenciador de modelos, existe um conjunto de procedimentos, em geral matemáticos, que possibilitam ao usuário modelar e encontrar soluções para o problema que esteja tratando. Os parâmetros para estes modelos são obtidos junto ao gerenciador de dados especialmente montado para atender ao gerenciador de modelos.

---

<sup>2</sup> Problemas não-estruturados são problemas não rotineiros que apresentam sempre algo novo, portanto, não há um procedimento pré-definido para solucioná-los (LAUDON e LAUDON, 1999).



Fonte: TURBAN e ARONSON (1998).

Figura 6 - Visão esquemática de um sistema de apoio à decisão.

O subsistema de gerenciamento do conhecimento fornece informações a respeito do problema que se está tratando e, através do subsistema de interface com o usuário, o tomador de decisão irá comandar o sistema de apoio à decisão. O usuário é considerado como sendo parte do sistema.

Não existe um *software* específico para o desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão, podendo-se utilizar diversos programas de forma integrada, tendo-se a preocupação de tornar o sistema flexível e de fácil utilização pelo tomador de decisão (SILVA JR., 1993).

Os SAD's podem ser desenvolvidos em microcomputadores, fornecendo larga variedade de serviços para as empresas rurais (MOURA, 1995). Muitos sistemas computadorizados têm sido desenvolvidos com o objetivo de avaliar e monitorar o desempenho dos rebanhos leiteiros. Entretanto, com a intensificação dos sistemas de produção de leite, o processo de tomada de decisão tem se tornado complexo, demandando sistemas mais modernos e automatizados de organização e controle das informações (Pietersma et al., citados por ASSIS et al., 2001).

O SAD proposto neste estudo possibilita a manipulação das principais variáveis zootécnicas e econômicas, que envolvem aspectos da alimentação, dimensionamento do número de vacas e uso de mão-de-obra para manejo das

vacas, indicando a alocação dos recursos que otimiza a margem bruta da atividade.

#### **2.1.4. O processo de modelagem e a validação**

A principal característica de um sistema de apoio à decisão é a inclusão de pelo menos um modelo. A idéia básica é executar a análise do sistema de apoio à decisão em um modelo representativo da realidade em lugar do próprio sistema real (TURBAN e ARONSON, 1998).

PIDD (1996) define modelo como sendo uma representação externa e explícita de parte da realidade projetado para algum propósito definido. Este autor ressalta que o processo de modelagem deve levar ao desenvolvimento de modelos tão simples quanto possível, incluindo apenas os elementos relevantes para o objetivo para o qual é proposto. A idéia é que os modelos deveriam, idealmente, ser desenvolvidos gradualmente, começando com considerações simples e adicionando complicações apenas à medida que elas se tornassem necessárias. Para STERMAN (1996), é importante ter um propósito bem definido como ponto de partida, pois o objetivo ajuda a estabelecer os limites.

Segundo Acock e Acock (1991), citados por REICHARDT e BACCHI (1998), os modelos podem ser classificados em diferentes tipos: conceituais, físicos e matemáticos.

Neste estudo, como o comportamento do sistema de produção de leite é descrito matematicamente, por meio de equações, a representação do sistema é um modelo matemático. O modelo matemático representa, quantitativamente, hipóteses assumidas sobre o sistema real, permitindo deduzir conseqüências.

A elaboração de um modelo matemático, segundo REICHARDT e BACCHI (1998), segue exatamente as regras básicas do método científico, que são: 1) observação de um sistema; 2) formulação de uma hipótese na tentativa de explicar as observações; 3) predição do comportamento do sistema por meio de simulação; 4) experimentação para testar a validade das hipóteses (validação do modelo).

Entretanto, a modelagem é um processo subjetivo que, segundo STERMAN (2000), nunca poderá ser avaliado como correto, uma vez que trata de representações da realidade. Assim, no sentido mais amplo, pode-se dizer que não existe um modelo totalmente validado, uma vez que todo modelo é algo menos que a realidade.

Validação, portanto, deve ser entendida como uma demonstração de que um modelo, dentro do seu domínio de aplicabilidade, possui abrangência satisfatória, é consistente e serve aos propósitos para o qual foi construído (CURRY et al., 1989; STERMAN, 2000). Dessa forma, a validação do mesmo deve levar em consideração a consistência ou a lógica de sua estrutura interna (RUTH e HANNON, 1997). Essa demonstração indica que um modelo pode ser aceito para uso, sem que este expresse qualquer verdade absoluta, nem mesmo que este seja o melhor modelo disponível.

Para validação operacional, a demonstração envolve comparação de dados simulados com dados obtidos pela observação e medida do sistema real. Portanto, a validação não é uma atividade essencial para avaliar modelos de pesquisa, mas é importante para construir modelos de credibilidade na comunidade usuária (RYKIEL, 1996).

## **2.2. Modelo analítico**

### **2.2.1. Otimização do sistema de produção**

Na otimização de sistemas de produção faz-se uso, geralmente, de uma das principais ferramentas utilizadas no planejamento, a programação linear. Neste caso, ela é empregada para planejar ações que dizem respeito à condução econômica da produção de leite.

A programação linear é um instrumento de pesquisa operacional empregado na resolução prática de problemas decisórios objetivos e de certa complexidade. Este instrumento tem sido largamente utilizado, nas últimas décadas, pelos economistas agrícolas, possuindo vasto campo de aplicação na administração rural. Isto se explica, por um lado, pela versatilidade do

instrumento e, por outro, pelo nível relativamente pouco sofisticado dos seus fundamentos matemáticos (LANZER, 1982).

No Brasil, embora existam trabalhos desenvolvidos há quase 30 anos (por ex. SUGAI, 1972) limitações computacionais dificultaram seu desenvolvimento. Contudo, os avanços no campo da informática contribuíram tanto para possibilitar esses desenvolvimentos como para permitir a aplicação prática cada vez mais generalizada destes.

Em vista disso, o uso de modelos matemáticos como ferramentas de pesquisa e apoio à tomada de decisão constitui importante passo para a alocação ótima dos recursos na pecuária de leite e, conseqüentemente, para melhoria econômica da atividade.

Um modelo de programação linear, em termos econômicos, pode ser conceituado como um quadro de referência no qual se relaciona uma série de variáveis de tal forma que estas descrevam uma relação econômica. Em outras palavras, esse modelo compõe-se de um sistema de equações envolvendo diversas variáveis e cuja solução permite determinar a combinação delas e suas respectivas quantidades que tornem máxima ou mínima uma função linear (MAGALHÃES, 1995).

O passo inicial para elaboração de um modelo de programação linear consiste em definir as chamadas atividades (variáveis de decisão) que devem descrever completamente as decisões a serem tomadas. A partir delas é então calculado o valor ótimo para a função-objetivo. A escolha da função-objetivo a ser otimizada é específica para cada problema em estudo e deve ser descrita como uma função das variáveis de decisão. Após definir a função-objetivo, parte-se para a elaboração das restrições de recursos.

Assim, um problema de programação linear possui três componentes básicos: uma função-objetivo a ser otimizada; atividades que representam meios alternativos de produção; e restrições que limitam o número e a magnitude das atividades. Sob o ponto de vista estritamente matemático, a programação linear é um modelo que pressupõe proporcionalidade, aditividade, divisibilidade e ausência de aleatoriedade.

O modelo geral de programação linear pode ser escrito da seguinte forma:

$$\text{Otimizar } Z = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n$$

$$\text{sujeito a: } a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq \text{ ou } \geq b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq \text{ ou } \geq b_2$$

....

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq \text{ ou } \geq b_m$$

$$\text{e } x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0.$$

em que  $Z$  é a função objetivo que se deseja otimizar;  $c_j$  são os coeficientes da função objetivo [em geral, preço (valor esperado)] associado a cada atividade  $j$  ( $j = 1, \dots, n$ );  $x_j$  corresponde às variáveis de decisão ( $j = 1, \dots, n$ );  $a_{ij}$  são os coeficientes técnicos associadas às atividades ( $i = 1, \dots, m$ ;  $j = 1, \dots, n$ ); e  $b_i$  correspondem aos requerimentos ou disponibilidades das equações de restrições ( $i = 1, \dots, m$ ).

No caso da pecuária de leite, por se tratar de uma atividade dinâmica, a programação linear multiperiódica se mostra mais adequada ao levar em consideração o fator tempo. Os modelos multiperiódicos têm como característica básica a possibilidade de transferência de recursos e receitas de um período para outro, de forma a permitir uma fiel representação de uma atividade ao longo dos anos de sua vida produtiva (MAGALHÃES, 1995). 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.

### 2.2.2. Formulação e operacionalização do modelo

Para auxiliar tomadores de decisão, na determinação de sistemas de produção de maior rentabilidade, foi elaborado um Sistema de Apoio à Decisão em planilhas eletrônicas e o *software* utilizado foi o EXCEL. A escolha deste *software* foi devido à facilidade de utilização por parte do usuário e pela disponibilidade de recursos matemáticos, incluindo uma ferramenta de resolução de problemas de programação linear (Solver).

Os coeficientes técnicos pertinentes ao SAD são calculados em planilhas auxiliares que estão vinculadas ao modelo do sistema, o que

possibilita a entrada de dados específicos de cada propriedade. Deste modo, cada propriedade tem representado um sistema de produção próprio, adequado às suas disponibilidades e limitações de recursos. Os Quadros 1A a 24A para entrada dos dados encontram-se no Apêndice A.

A função objetivo do modelo foi definida visando a maximização da margem bruta, que é determinada pela receita bruta (RB) da atividade leiteira menos os custos operacionais efetivos (COE) de produção. A margem bruta constitui-se, portanto, na remuneração da mão-de-obra e do capital do produtor, englobando também as depreciações de equipamentos e instalações.

A receita da atividade<sup>3</sup> é proveniente da venda de leite e do arrendamento de terra (caso o proprietário tenha a possibilidade de arrendar) e os custos operacionais efetivos consideram os gastos:

- alimentação (volumoso e concentrado);
- mão-de-obra (ordenhador e serviços gerais);
- substituição anual de vacas = (valor de descarte - valor da vaca nova)/vida útil;
- medicamentos;
- minerais (sal comum, sal mineral e complemento mineral);
- inseminação (artificial ou monta natural);
- hormônios;
- material para ordenha;
- reparos de instalações, máquinas e equipamentos;
- energia e combustível;
- impostos e taxas;
- transporte do leite.

A alimentação das vacas é o componente com maior peso na composição do custo operacional da produção de leite. Portanto, a redução no custo de alimentação tem forte impacto no custo total da produção de leite (RODRIGUES, 2001). Por esta razão, o planejamento eficiente do uso das áreas da propriedade é um dos fatores mais importantes a serem considerados

---

<sup>3</sup> Na receita não está incluído o valor da venda de animais jovens, porque no custo do leite foi considerado apenas gastos com a categoria vaca.

em uma propriedade produtora de leite, face ao seu forte inter-relacionamento com o custo alimentação.

Nesse sentido, pesquisou-se junto ao PDPL os alimentos volumosos mais utilizados pelos produtores da região. Portanto, apenas os alimentos típicos produzidos na região foram incluídos no modelo como alternativas potenciais a serem usadas para atender as exigências nutricionais das vacas. São eles: cana-de-açúcar, capim elefante, aveia, girassol, milho, sorgo, pastos (*Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens*, Colonião, Gordura, Jaraguá, Pangola e Tifton) e mandioca (raiz e raízes/ramas). Considerou-se como opções de forma de consumo dos alimentos o corte, o pastejo e a ensilagem e, ainda, a possibilidade de produção e compra de cada um deles.

A alimentação das vacas é dada, portanto, pela combinação de compra e produção destes alimentos em suas diferentes formas de consumo. Para isso considera-se a interação entre os seguintes fatores: preço (de compra e de produção dos alimentos), produtividade/forragem, capacidade de suporte dos pastos, composição nutricional dos alimentos e os requerimentos das vacas em lactação e seca quanto a volume ingerido de matéria seca (M.S.), nutrientes digestíveis totais (NDT), proteína bruta (P.B.), cálcio (Ca) e fósforo (P).

As exigências nutricionais das vacas em lactação e seca foram consideradas, neste estudo, constantes ao longo do ano e a oferta de forragens foi diferenciada em dois períodos do ano: águas e seca. Por ser o Brasil um país de clima predominantemente tropical, observa-se uma nítida divisão climática entre o período das águas e o da seca. No período das águas ou safra, de novembro a abril, há abundância de forragens verdes, repercutindo numa produção de leite maior. Já no período da seca ou entressafra, de maio a outubro, é notória a queda na produção, em função da quantidade e qualidade deficientes das pastagens.

A variação sazonal da produção nacional de leite, entre o período das águas e da seca, chega a decréscimos de até 26% durante os meses da seca (GOMES, 2000), o que ressalta a importância do planejamento adequado da alimentação nos diferentes períodos do ano para que não haja excedente em um período e escassez no outro, resultando na queda de produtividade do rebanho. Portanto, a sazonalidade do crescimento vegetativo tem um papel

fundamental na determinação da alocação ótima de áreas para pastagens, capineiras e produção de silagem.

Todavia, a mão-de-obra utilizada na atividade leiteira também é considerada fator crítico para melhoria na rentabilidade da atividade, somada a alimentação, que, juntas, representam cerca de 70% dos gastos totais (Quadro 2). Neste estudo, buscando otimizar o uso da mão-de-obra para manejo das vacas, foram consideradas duas categorias: ordenhador e serviços gerais, que foram medidas em termos de dias-homem.

Quadro 2 - Distribuição de custos na atividade leiteira

Item	% do custo total
Alimentação	48,5
Mão-de-obra contratada	21,4
Juros totais	7,1
Depreciação do maquinário	4,2
Administração/escritório	3,5
Medicamentos/vacinas	3,4
Taxas/impostos	3,1
Reparo de maquinário	2,7
Depreciação das instalações	2,4
Inseminação artificial	2,0
Reparo de benfeitorias	1,9
<b>Total</b>	<b>100,0</b>

Fonte: CARVALHO (2000).

Portanto, os custos com mão-de-obra e alimentação entraram no modelo de programação linear como atividades a serem otimizadas. Os demais custos variáveis foram considerados como proporcionais ao número de vacas da propriedade, assim, à medida que se recomenda o aumento do número de vacas, aumenta-se proporcionalmente estes custos.

O esquema geral das principais atividades consideradas no modelo é ilustrado na Figura 7.

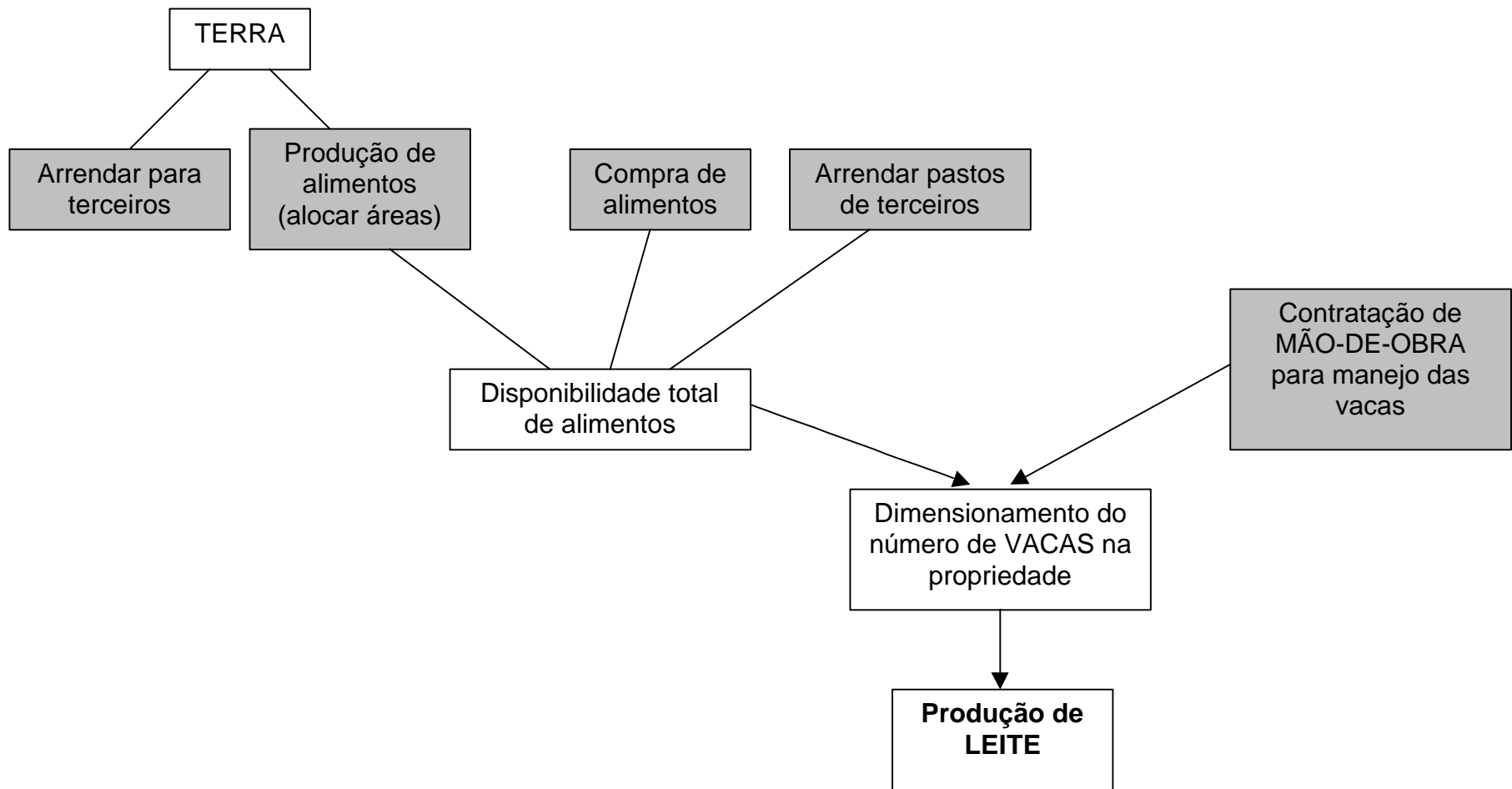


Figura 7 – Esquema geral das atividades consideradas no modelo.

Em suma, o modelo de programação linear desse estudo considerou as seguintes atividades e restrições:

**Função Objetivo** = Maximizar Margem Bruta (MB)

**Atividades**

1. Produção de leite.
2. Número de vacas na propriedade (em lactação e secas).
3. Produção e compra de volumoso (diferenciada por período – águas e seca).
4. Produção e compra de concentrados (diferenciada por período – águas e seca).
5. Contratação mão-de-obra para manejo das vacas (ordenhador e serviços gerais).
6. Arrendamento de pastos de terceiros.
7. Arrendamento de terra para terceiros.

**Restrições**

1. Terra (ha) dividida por grupos: áreas para plantio de cana-de-açúcar, capineiras, forragens anuais (de verão e inverno), pastagem (natural e formada) e outras culturas não anuais.
2. Período do ano (águas e seca) de produção e fornecimento das forragens.
3. Forma de fornecimento das forragens (pastejo, corte, silagem).
4. Limite de arrendamento de pastos de terceiros.
5. Limite de arrendamento de terra para terceiros.
6. Limite de compra de alimentos volumosos.
7. Mão-de-obra para manejo das vacas (d.h.).
8. Exigências nutricionais (M.S., NDT, P.B., Ca e P):
  - por categoria (vacas em lactação e vacas secas).
  - para manutenção e para produção (diferenciada pelo peso vivo do animal e pelo volume de leite produzido e teor de gordura no leite).
9. Capacidade máxima de ingestão de matéria seca/vaca (em lactação e seca).
10. Disponibilidade de nutrientes por forragem (período das águas e da seca).
11. Capacidade de suporte dos pastos.
12. Relação entre vacas em lactação e seca numa situação de rebanho estável.

### 13. Produção de leite por vaca e período de lactação.

Matematicamente, o modelo de programação linear construído foi:

#### Função Objetivo

$$\begin{aligned} \text{Max. MB} = & p|L - gvtVT - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^2 ccv_{ij} CV_{ij} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^2 cap_{ij} AP_{ij} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^2 cpv_{ij} PV_{ij} - \\ & - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^2 cpp_{ij} PP_{ij} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^2 cac_{ij} AC_{ij} - \text{mof MOF} - \text{mot MOT} - \text{msgf MSGF} \\ & - \text{msgt MSGT} + \text{pat AT} \end{aligned}$$

#### Sujeita às restrições

##### Restrições de terra

A área total foi dividida em grupos – cana-de-açúcar, capineiras, forragens anuais (de verão e inverno), pastagem (natural e formada) e outras culturas não anuais.

##### 1. Disponibilidade

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^2 PV_{ij} \leq A_{ij}$$

Obs.: No somatório dos alimentos volumosos consideraram-se apenas os alimentos que são produzidos dentro de um mesmo grupo de área.

$$\sum_{i=1}^n PP_{ij} \leq A_{ij} \quad (j = 1, 2)$$

##### 2. Época de produção e fornecimento dos alimentos volumosos

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^2 p_{ij} PV_{ij} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^2 FV_{ij}$$

3. Não-diferimento - o alimento comprado deve ser consumido no mesmo período. As pastagens perenes, também, devem ser consumidas no mesmo período em que estão disponíveis.

##### 4. Limite de Arrendamento de pastos de terceiros

$$\sum_{i=1}^n AP_{ij} \leq A_j \quad (j = 1, 2)$$

##### 5. Limite de arrendamento de terra para terceiros

$$AT_j \leq A_j \quad (j = 1, 2)$$

### Restrição de compra de alimentos

$$\sum_{i=1}^n CV_{ij} \leq \sum_{i=1}^n lcv_{ij}$$

### Restrições de mão-de-obra

$$mo*VL - MOF - MOT \leq 0$$

$$msg*VT - MSGF - MSGT \leq 0$$

### Restrições alimentares

#### 1. NDT (Nutrientes Digestíveis Totais)

$$\sum_{i=1}^n ndt_{ij}(CV_{ij} + AP_{ij} + PV_{ij} + PP_{ij} + AC_{ij}) - NDT_{VLj}VL \geq 0 \quad (j = 1, 2)$$

$$\sum_{i=1}^n ndt_{ij}(CV_{ij} + AP_{ij} + PV_{ij} + PP_{ij} + AC_{ij}) - NDT_{VSj}VS \geq 0 \quad (j = 1, 2)$$

#### 2. P.B. (Proteína Bruta)

$$\sum_{i=1}^n pb_{ij}(CV_{ij} + AP_{ij} + PV_{ij} + PP_{ij} + AC_{ij}) - PB_{VLj}VL \geq 0 \quad (j = 1, 2)$$

$$\sum_{i=1}^n pb_{ij}(CV_{ij} + AP_{ij} + PV_{ij} + PP_{ij} + AC_{ij}) - PB_{VSj}VS \geq 0 \quad (j = 1, 2)$$

#### 3. Ca (Cálcio)

$$\sum_{i=1}^n ca_{ij}(CV_{ij} + AP_{ij} + PV_{ij} + PP_{ij} + AC_{ij}) - Ca_{VLj}VL \geq 0 \quad (j = 1, 2)$$

$$\sum_{i=1}^n ca_{ij}(CV_{ij} + AP_{ij} + PV_{ij} + PP_{ij} + AC_{ij}) - Ca_{VSj}VS \geq 0 \quad (j = 1, 2)$$

#### 4. P (Fósforo)

$$\sum_{i=1}^n p_{ij}(CV_{ij} + AP_{ij} + PV_{ij} + PP_{ij} + AC_{ij}) - P_{VLj}VL \geq 0 \quad (j = 1, 2)$$

$$\sum_{i=1}^n p_{ij}(CV_{ij} + AP_{ij} + PV_{ij} + PP_{ij} + AC_{ij}) - P_{VSj}VS \geq 0 \quad (j = 1, 2)$$

#### 5. Máxima ingestão de matéria seca

$$\sum_{i=1}^n ms_{ij}(CV_{ij} + AP_{ij} + PV_{ij} + PP_{ij} + AC_{ij}) - IMS_{VLj}VL \leq 0 \quad (j = 1, 2)$$

$$\sum_{i=1}^n ms_{ij}(CV_{ij} + AP_{ij} + PV_{ij} + PP_{ij} + AC_{ij}) - IMS_{VSj}VS \leq 0 \quad (j = 1, 2)$$

### Relação entre categorias de vaca

$$S_{VL} * VS - S_{VS} * VL = 0$$

$$S_{VL} * VT - VL = 0$$

### Produtividade média por lactação

$$L - yPIVL = 0$$

em que  $j$  = período (semestre: 1, 2),  $j = 1$ : período das águas (novembro a abril) e  $j = 2$ : período da seca (maio a outubro);  $L$  = quantidade de leite produzido no ano (l);  $pl$  = preço recebido pelo leite, média no ano (R\$/l);  $VT$  = número de vacas total, média no ano (cab);  $gvt$  = gasto médio com vaca no ano, referente a todos os custos operacionais efetivos (exceto alimentação e mão-de-obra) (R\$/cab);  $CV_{ij}$  = quantidade comprada do volumoso  $i$ , no período  $j$  (t);  $ccv_{ij}$  = custo de compra do volumoso  $i$ , no período  $j$  (R\$/t);  $AP_i$  = arrendamento do pasto  $i$ , no ano (ha);  $cap_i$  = custo do arrendamento do pasto  $i$  (R\$/ha);  $PV_{ij}$  = produção do volumoso  $i$ , no período  $j$  (ha);  $cpv_{ij}$  = custo de produção do volumoso  $i$ , no período  $j$  (R\$/ha);  $PP_{ij}$  = produção do pasto  $i$ , no período  $j$  (ha);  $cpp_{ij}$  = custo de produção do pasto  $i$ , no período  $j$  (R\$/ha);  $AC_{ij}$  = compra/produção do alimento concentrado  $i$ , no período  $j$  (kg);  $cac_{ij}$  = custo do alimento concentrado  $i$ , no período  $j$  (R\$/t);  $MOF$  = mão-de-obra do ordenhador fixo (dh/ano);  $mof$  = custo da mão-de-obra do ordenhador fixo (R\$/dh);  $MOT$  = mão-de-obra do ordenhador temporário (dh/ano);  $moc$  = custo da mão-de-obra do ordenhador temporário (R\$/dh);  $MSGF$  = mão-de-obra de serviços gerais fixa para manejo das vacas (dh/ano);  $msgf$  = custo da mão-de-obra de serviços gerais fixa para manejo das vacas (R\$/dh);  $MSGT$  = mão-de-obra de serviços gerais temporária para manejo das vacas (dh/ano);  $msgc$  = custo da mão-de-obra de serviços gerais temporária para manejo das vacas (R\$/dh);  $AT$  = arrendamento de terra para terceiros (ha/ano);  $pat$  = preço do arrendamento

para terceiros (R\$/ha);  $A_{ij}$  = disponibilidade de área (grupo i), no período j (ha);  $FV_j$  = fornecimento de alimentos volumosos, no período j (t);  $p_{ij}$  = produtividade do alimento i, no período j (t/ha);  $lcv_{ij}$  = limite de compra do volumoso i, no período j (t); VL = número de vacas em lactação, média no ano (cab); VS = número de vacas secas, média no ano (cab); mo = mão-de-obra ordenhador requerida para manejo de vacas em lactação (dh/ano); msg = mão-de-obra serviços gerais requerida para manejo de vacas (dh/ano);  $s_{VL}/s_{VS}$  = proporção de vacas (em lactação/seca) no rebanho total (%);  $y$  = produtividade média por vaca em lactação (l/cab); PI = período de lactação médio por vaca (dias);  $NDT_j$  = necessidade de NDT por vaca, no período j (kg/cab);  $ndt_{ij}$  = disponibilidade de NDT no alimento i, no período j (%);  $PB_j$  = necessidade de PB por vaca, no período j (kg/cab);  $pb_{ij}$  = disponibilidade de PB no alimento i, no período j (%);  $Ca_j$  = necessidade de Ca por vaca, no período j (kg/cab);  $ca_{ij}$  = disponibilidade de Ca no alimento i, no período j (%);  $P_j$  = necessidade de P por vaca, no período j (kg/cab);  $p_{ij}$  = disponibilidade de P no alimento i, no período j (%);  $IMS_j$  = capacidade máxima de ingestão de matéria seca por vaca, no período j (kg/cab);  $ms_{ij}$  = disponibilidade de MS no alimento i, no período j (%).

Obs.: Com relação as necessidades de nutrientes por vaca considerou-se para VL: manutenção (peso vivo) e produção de leite (produtividade e teor de gordura no leite); e para VS: manutenção (peso vivo e gestação nos últimos dois meses).

Em função das atividades e restrições definidas, o sistema fornece dois relatórios de resposta (resumido e completo) que mostram a combinação ótima dessas atividades e uma planilha de custo que mostra alguns dos indicadores econômicos obtidos com essa combinação. Desse modo, pode-se comparar a situação atual com a sugerida pelo sistema. A apresentação dos relatórios de resposta é discutida de forma detalhada no tópico de resultados e discussão.

### **2.2.3. Análise econômica de sistemas de produção de leite**

Para GOMES (1999), um conceito de eficiência econômica refere-se à proficiência com que os produtores conduzem o processo produtivo, com vistas em obter o mínimo custo ou o máximo lucro possível. De acordo com esse

autor, para se constatar se um processo de produção é eficiente, compara-se a sua situação atual com uma situação ótima que poderia ser atingida, dadas as combinações de insumos ou de produtos. A estimativa da eficiência em uma firma, segundo KALIRAJAN (1982), pode auxiliar na decisão sobre a melhora de seu desempenho, identificando-se o diferencial entre a produção potencial de uma tecnologia e o atual nível de produção.

Nesse estudo, a partir dos resultados da simulação do sistema, a situação atual foi comparada com a situação ótima, obtendo-se a melhoria na renda do produtor que é possível de ser alcançada com mudanças no sistema de produção atual. Essas mudanças se referem à alimentação, à contratação de mão-de-obra, à alocação de áreas para produção de alimentos, ao arrendamento de terra e ao número de vacas na propriedade.

Todavia, muitas propriedades têm dificuldades e limitações para implementar, simultaneamente, todas essas mudanças. Para analisar o impacto das mudanças na rentabilidade da empresa, foram construídos três cenários alternativos, os quais apresentam diferentes níveis de rigidez quanto às mudanças nos sistemas de produção. Deste modo, é possível verificar o efeito das mudanças na margem bruta quando se impõe a não modificação de alguns recursos.

O primeiro cenário considerou a possibilidade de mudanças em todas as atividades descritas. No segundo cenário, fixou-se o número de vacas da propriedade, ou seja, caso o produtor não tenha disponibilidade para aumentar ou diminuir o número de vacas na propriedade, procedeu a otimização do sistema mantendo fixo o número de vacas. No terceiro cenário, além de considerar fixo o número de vacas incorporou a restrição de não diminuir o número de empregados contratados na propriedade.

Entretanto, como o modelo desenvolvido não engloba todos os aspectos dos sistemas de produção de leite e todas as alternativas tecnológicas disponíveis, a otimização do sistema de produção refere-se às atividades e restrições descritas no item 2.2.2.

Diante dessas considerações, para verificar se o desempenho econômico do sistema de produção otimizado é satisfatório, torna-se

importante fazer uma comparação com indicadores econômicos alcançados em propriedades leiteiras consideradas eficientes no contexto regional.

GOMES (2000) desenvolve um estudo para oferecer parâmetros que possam ser utilizados na avaliação econômica de sistemas de produção de leite e para isso utilizou dados provenientes de dez produtores eficientes. Os sistemas de produção dos produtores-referência são similares aos sistemas encontrados na região em estudo, cujas principais características são: 1) grau de sangue do rebanho variando entre 3/4 a 15/16 HZ (Holandês/Zebu), com predominância de 7/8 HZ; 2) alimentação volumosa na época das águas à base de pasto adubado. Na seca, além do pasto, os animais são suplementados com silagem; 3) alimentação concentrada fornecida durante todo o ano, de acordo com a produção de cada vaca. As produtividades dos produtores-referência são descritas no Quadro 3.

Quadro 3 - Produtividade nos sistemas de produção de leite de produtores-referência em Minas Gerais e Goiás

Especificação	Unidade	Média	Menor valor	Maior valor
Produção de leite	L/dia	1.024	580	1.860
Produção/vaca em lactação	L/dia	14,15	9,39	21,03
Produção/total de vacas	L/dia	11,12	7,00	17,81
Produção/área	L/ha/ano	4.993	834	9.528

Fonte: GOMES (2000).

Foram selecionados indicadores que podem servir de parâmetros para qualquer produtor na avaliação de seu sistema de produção (Quadro 4).

Quadro 4 - Indicadores de eficiência na produção de leite

Especificação	Indicador
Gastos com mão-de-obra permanente em relação ao valor da produção de leite	Até 20%
Gastos com concentrado para o rebanho em relação ao valor da produção de leite	Até 30%
Custo operacional efetivo/litro em relação ao preço do leite	Até 65%

Fonte: GOMES (2000).

### 2.3. Fonte de dados e região de estudo

O estudo foi desenvolvido na microrregião de Viçosa, situada na Zona da Mata de Minas Gerais, a qual é constituída por 22 municípios (FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - FIBGE, 1985). Os dados utilizados neste trabalho foram obtidos do Programa de Desenvolvimento da Pecuária Leiteira na Região de Viçosa (PDPL-RV), resultante do convênio Nestlé Industrial e Comercial Ltda. e Fundação Arthur Bernardes (FUNARBE)/Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Este Programa objetiva complementar a formação acadêmica dos estudantes da UFV e contribuir para o desenvolvimento sócio-econômico da região de Viçosa, mediante o desenvolvimento da pecuária leiteira da região e a orientação sobre aspectos de economia familiar às famílias e estudantes de escolas rurais (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV, 1993).

De acordo com VALE (1995), são beneficiados pelo Programa pequenos produtores de leite, com baixo nível tecnológico e, conseqüentemente, com baixa produtividade dos fatores de produção, característica marcante da produção de leite em quase todo Estado de Minas Gerais.

A coleta de dados nas propriedades é feita pelo acompanhamento sistemático da atividade leiteira por estagiários do programa, mediante o preenchimento de formulários que indicam o desempenho técnico e econômico na produção de leite.

Para a modelagem de um problema de alocação de recursos, faz-se necessário que se conheçam os coeficientes técnicos de produção associados à atividade, em função dos recursos a serem estudados. Procedeu-se, então, o levantamento dos coeficientes técnicos dos sistemas de produção de leite junto ao PDPL-RV.

A área total média das propriedades assistidas pelo PDPL-RV é de 71,8 hectares e, desse total, são destinados, em média, 67,2% à pecuária leiteira (OLIVEIRA et al., 2001). Quanto ao padrão genético, verifica-se que a maioria dos rebanhos é constituída de animais mestiços, com predominância de 3/4 a 15/16 HZ.

O modelo foi desenvolvido com o intuito de abranger as características de propriedades produtoras de leite típicas da região. O sistema foi testado com dados de uma propriedade, localizada no município de Paula Cândido, que vem sendo assistida pelo PDPL-RV desde agosto de 1998. Os dados utilizados, neste estudo, são referentes ao período de novembro de 2000 a outubro de 2001.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Sistema de Apoio à Decisão foi construído na tentativa de obter uma ferramenta capaz de fornecer subsídios ao produtor no planejamento, com relação à alocação de recursos, da atividade leiteira, possibilitando aumentos na margem bruta da atividade, e que fosse de fácil utilização.

O SAD é constituído por cinco subsistemas, como ilustrado na Figura 8. O subsistema de gerenciamento de dados é alimentado por dados internos (propriedade) e externos (mercado) fornecidos pelo usuário (Quadros 1A a 24A, Apêndice A). O gerenciador de dados juntamente com o gerenciador de conhecimentos (Quadros 1B a 13B, Apêndice B) fornecem os parâmetros necessários para alimentar as planilhas e a matriz de programação linear do gerenciador de modelos. Através do subsistema de comunicação (interface) com o usuário, composto pelas planilhas de entrada de dados (Quadros 1A a 24A, Apêndice A) e pelos relatórios de resposta (Apêndice C, D e E), o tomador de decisão irá interagir com o sistema.

### 3.1. Dados

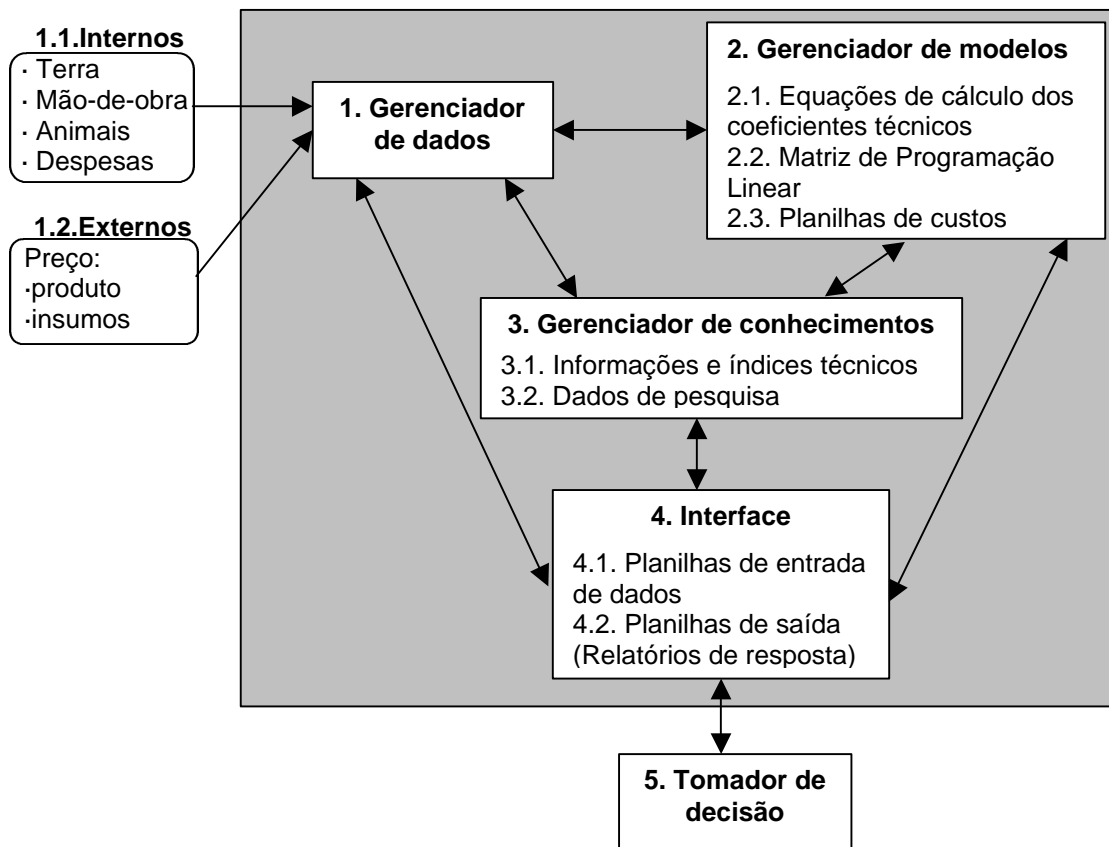


Figura 8 - Visão esquemática do sistema de apoio à decisão.

Como foi descrito no item 2.2.2, o SAD foi desenvolvido no EXCEL devido à disponibilidade e à facilidade de se utilizar este *software*. Para operar o sistema, o usuário precisa ter noções básicas de como funciona este *software*, devido ao fato do sistema ainda apresentar pouca automação. Entretanto, como a entrada dos dados, necessários ao modelo de programação linear, é realizada em planilhas auxiliares ao modelo, o usuário não precisa entender a matriz de programação linear para fornecer os coeficientes.

Na prática, a utilização do SAD requer que o usuário tenha conhecimento a respeito dos sistemas de produção de leite e do mercado, para fornecer os dados e informações que irão alimentar o modelo de programação linear. Estes dados e informações referem-se, principalmente, à disponibilidade de recursos na propriedade, às características destes recursos, aos preços de

produtos e insumos, ao custo de alimentos, às possibilidades de compra de alimentos e de arrendamento de terra. O usuário, portanto, seguindo a seqüência dos quadros de entrada de dados alimenta o sistema de acordo com o que está sendo pedido.

Como exemplo, foi ilustrada (Figura 9) uma planilha auxiliar de entrada de dados. Nessa planilha, o usuário forneceu informações a respeito das vacas e da produção de leite da propriedade analisada.

**Microsoft Excel - SAD Planejamento da At.Leiteira**

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

F18 =

**Quadro 6 - Quantidade de Vacas no rebanho (média no ano)**

CATEGORIA	Unidade	IGUAL	IGUAL (%)
Nº de Vacas em Lactação	Cabeças	27	87,10
Nº de Vacas Secas	Cabeças	4	12,90
Peso médio das Vacas	(Kg)	450,00	#
Nº Total de Vacas	Cabeças	31	100,00

**Quadro 7 - Produção média de leite por lactação**

ITEM	Unidade	IGUAL
Produção de leite / vaca em lactação	litros / dia	15,0
Teor de Gordura no Leite desejado	%	3,5
Período Lactação (PL)	dias	305
Produção de leite/lactação	litros	4575,00

Pronto

Terra Mdo Vacas CompraVol ProduçãoVol CustoConc ConsumoConc Preços AlimVacaL AlimVacaS Exig VL Exig VS

NÚM

Figura 9 - Planilha auxiliar de entrada de dados do SAD.

Assim, para que o sistema seja útil e alcance o propósito para o qual foi desenvolvido, faz-se necessário que nas propriedades haja controle e organização dos dados referentes ao processo produtivo. Isso é relevante para que os dados processados sejam confiáveis e precisos, visto que as informações geradas pelo sistema se baseiam nesses dados. Como as

propriedades assistidas pelo PDPL-RV possuem seus dados organizados e sistematizados, o uso por parte dos estagiários não apresentou maiores problemas.

Os relatórios de resposta são gerados em três planilhas. As duas primeiras apresentam os resultados da combinação ótima dos recursos que maximiza a margem bruta da atividade, sendo que em uma delas os resultados aparecem de forma resumida e, na outra, os resultados são mostrados de forma mais detalhada. O terceiro relatório de resposta é uma planilha de custo, que foi gerada com base nos resultados da otimização do sistema.

Pretendeu-se, com a terceira planilha, facilitar a análise econômica da atividade, apresentando indicadores econômicos dos resultados da simulação. Para isso, a planilha de custo foi elaborada adotando-se o mesmo padrão das utilizadas pelo PDPL-RV, o que facilita a comparação dos indicadores econômicos atuais com os que o sistema indica que é possível alcançar. Os indicadores apresentados são, basicamente, o custo médio do litro de leite e a margem bruta [total, unitária, por vaca em lactação, por total de vaca e por área (ha)].

Nos relatórios de resposta, referentes à combinação ótima dos recursos, são descritas as recomendações para todas as atividades consideradas no modelo. Com relação à alimentação, é indicado qual alimento produzir, a quantidade e a época do ano (considerando o período das águas e da seca) em que deve ser produzido. Indica, ainda, a forma de consumo (pastejo, corte ou ensilagem), quanto deverá ser fornecido para vacas em lactação e vacas secas e em que época. Com isso, tem-se a alocação ótima das áreas para produção de alimentos, respeitando-se os limites de cada grupo de área informado. Caso o usuário inclua a possibilidade de arrendamento de terra de terceiros ou para terceiros, o sistema irá recomendar ou não o arrendamento de terra e a quantidade de hectares ideal.

Nesses relatórios encontra-se, também, o número ótimo de vacas no rebanho, a produção diária de leite e a quantidade de mão-de-obra, em dias-homem, necessária no ano para ordenha e para manejo das vacas.

Os relatórios de resposta encontram-se nos apêndices C, D e E. Como exemplo, a Figura 10 mostra o relatório de resposta resumido do cenário 1 com os dados da propriedade analisada.

	Unidade	Quantidade		Unidade	Quantidade
<b>Renda mensal (margem bruta)</b>	(R\$/mês)	<b>3.524,54</b>	<b>Número de Vacas total</b>	(Cab.)	<b>61</b>
<b>Produção de leite diária</b>	(litros/dia)	<b>800</b>	<b>Número de Vacas em lactação</b>	(Cab.)	<b>53</b>
<b>Mão-de-obra utilizada com manejo das vacas</b>			<b>Arrendamento de terra:</b>		
Ordenhador	(d.h./ano)	730	para terceiros	(ha)	0,0
Serviços Gerais	(d.h./ano)	577	pastos de terceiros	(ha)	0,0
<b>Alimentação de Vaca em Lactação no Período das águas:</b>			<b>Alimentação de Vaca Seca no Período das águas:</b>		
<b>Concentrado</b>	(Kg/vaca/dia)	<b>3,8</b>	<b>Concentrado</b>	(Kg/vaca/dia)	<b>2,0</b>
<b>Volumoso (comprado+produzido):</b>		<b>46,5</b>	<b>Volumoso (comprado+produzido):</b>		<b>36,3</b>
Cana-de-açúcar + uréia	(Kg/vaca/dia)	0,0	Cana-de-açúcar + uréia	(Kg/vaca/dia)	0,0
Capim elefante picado	(Kg/vaca/dia)	11,1	Capim elefante picado	(Kg/vaca/dia)	0,0
Mandioca (ramas/raízes) picada	(Kg/vaca/dia)	0,0	Mandioca (ramas/raízes) picada	(Kg/vaca/dia)	0,0
Mandioca (raízes) picada	(Kg/vaca/dia)	0,0	Mandioca (raízes) picada	(Kg/vaca/dia)	0,0
Sorgo forrageiro	(Kg/vaca/dia)	0,0	Sorgo forrageiro	(Kg/vaca/dia)	0,0
Silagens	(Kg/vaca/dia)	16,1	Silagens	(Kg/vaca/dia)	0,0
Pasto	(Kg/vaca/dia)	19,3	Pasto	(Kg/vaca/dia)	36,3
<b>Pasto</b>	(ha)	<b>8,6</b>	<b>Pasto</b>	(ha)	<b>2,4</b>
<b>Alimentação de Vaca em Lactação no Período da seca</b>			<b>Alimentação de Vaca Seca no Período da seca</b>		
<b>Concentrado</b>	(Kg/vaca/dia)	<b>5,8</b>	<b>Concentrado</b>	(Kg/vaca/dia)	<b>1,5</b>
<b>Volumoso (comprado+produzido):</b>		<b>32,5</b>	<b>Volumoso (comprado+produzido):</b>		<b>33,5</b>
Aveia	(Kg/vaca/dia)	0,0	Aveia	(Kg/vaca/dia)	0,0
Cana-de-açúcar + uréia	(Kg/vaca/dia)	6,5	Cana-de-açúcar + uréia	(Kg/vaca/dia)	18,8
Capim elefante picado	(Kg/vaca/dia)	0,0	Capim elefante picado	(Kg/vaca/dia)	0,0
Mandioca (ramas/raízes) picada	(Kg/vaca/dia)	0,0	Mandioca (ramas/raízes) picada	(Kg/vaca/dia)	0,0
Mandioca (raízes) picada	(Kg/vaca/dia)	0,0	Mandioca (raízes) picada	(Kg/vaca/dia)	0,0
Sorgo forrageiro	(Kg/vaca/dia)	0,0	Sorgo forrageiro	(Kg/vaca/dia)	0,0
Silagens	(Kg/vaca/dia)	18,2	Silagens	(Kg/vaca/dia)	0,0
Pasto	(Kg/vaca/dia)	7,8	Pasto	(Kg/vaca/dia)	14,7
<b>Pasto</b>	(ha)	<b>8,6</b>	<b>Pasto</b>	(ha)	<b>2,4</b>
<b>Plantio de pastagens</b>			<b>Plantio de culturas forrageiras</b>		
Brachiaria brizantha	(ha)	11,0	Aveia	(ha)	0,0
Brachiaria decumbens	(ha)	0,0	Cana-de-açúcar	(ha)	1,5
Capim Colonião	(ha)	0,0	Capim Elefante	(ha)	1,2
Capim Gordura	(ha)	0,0	Mandioca	(ha)	0,0
Capim Jaraguá	(ha)	0,0	Girassol	(ha)	0,0
Capim Pangola	(ha)	0,0	Milho	(ha)	8,4
Capim Tifton	(ha)	0,0	Sorgo	(ha)	0,0

Figura 10 - Relatório de resposta resumido do cenário 1.

Todavia, outros parâmetros utilizados no modelo (relação entre vacas em lactação e vacas secas, produtividade por vaca, período médio de lactação etc.) apenas reproduziram o que já ocorre na propriedade. Portanto, a solução ótima encontrada não considera mudanças nesses parâmetros, mas ao refletir as informações de cada propriedade, é condizente com a realidade de cada situação.

Para validar os resultados apresentados pelo modelo, é importante que se faça uma comparação com o que se encontra atualmente na propriedade e

em outras propriedades, com características similares, que apresentem desempenho econômico satisfatório. É importante considerar, ainda, as alternativas de produção e os parâmetros que o modelo abrangeu. Como existem outras alternativas possíveis de produção e características dos sistemas de produção que não foram incluídas no modelo, o usuário deverá analisar criteriosamente os resultados com base em experiências e conhecimento na área.

Portanto, o sistema constitui uma importante ferramenta para auxiliar a tomada de decisão com relação ao planejamento da atividade leiteira, desde que acompanhado por consultores da região, para analisar as informações geradas e auxiliar na implementação dos resultados.

Apesar do sistema ainda não ter sido testado extensivamente no campo, foi testado em uma propriedade típica da região e seu desempenho mostrou-se satisfatório. A otimização dos recursos foi realizada para três situações distintas, nas quais consideraram-se diferentes níveis de rigidez quanto às mudanças no atual sistema de produção. Com isso, pode-se analisar o impacto causado pelas mudanças na margem bruta dessa propriedade.

### **3.2. Cenário 1**

Esse cenário é inicial e tem como objetivo servir de base para futuras mudanças, originando os cenários subseqüentes. Nesse cenário, não se impõe restrição às possíveis mudanças no sistema de produção atual, ou seja, é flexível para permitir mudanças no atual sistema de produção com relação à alimentação das vacas secas e em lactação (diferenciada por período), à contratação de mão-de-obra (ordenhador e serviços gerais), à alocação de áreas para produção de alimentos, ao arrendamento de terra e ao número de vacas na propriedade.

Nesse cenário, os resultados indicaram, para a propriedade analisada, a possibilidade de expandir a produção diária de leite, de 405 para 800 litros, aumentando o ganho por volume e, também, indicou a possibilidade de reduzir o custo por litro de leite, obtendo maior margem unitária. Dessa forma, com

base no modelo de programação linear desenvolvido, constatou-se que é possível aumentar a margem bruta nessa propriedade.

Como ocorrem variações de custo ou preço de produtos e limitação no uso de certos recursos, o resultado da otimização foi avaliado dentro deste contexto. Portanto, o sistema de produção foi otimizado para uma dada relação de preços, mantendo a tecnologia constante.

Conforme o Quadro 5, pode-se observar os indicadores econômicos atuais da propriedade e compará-los com o ótimo obtido através do modelo de programação linear.

Quadro 5 - Margem bruta obtida no sistema de produção de leite atual e na otimização do cenário 1

Indicadores de resultados	Atual*	Otimizada*	Varição (%)
Margem bruta total (R\$/ano)	20.494,78	42.294,54	106,4
Margem bruta unitária (R\$/litro)	0,12	0,14	16,6
Margem bruta/área (R\$/ha)	967,64	1.896,62	96,0
Margem bruta/total de vacas (R\$/cab)	661,12	690,70	4,5

Fonte: Dados de pesquisa.

\* Valores de outubro de 2001.

Para atingir a solução ótima, que indica a possibilidade de obtenção de maior margem bruta na propriedade, é necessário que sejam processadas mudanças no sistema de produção atual. Estas mudanças são com relação, principalmente, ao aumento do número de vacas na propriedade, à alimentação dessas vacas (em lactação e secas) nos períodos das águas e da seca, à alocação das áreas para produção de volumosos e ao uso mais eficiente da mão-de-obra do ordenhador.

Contudo, é importante ressaltar que na prática muitas dessas mudanças não são implementadas. Isto ocorre, possivelmente, devido a alguns

destes fatores: perfil conservador do produtor; falta de crédito rural com taxas de juros compatíveis com a atividade; risco decorrente do alto investimento em tecnologia; risco de mercado devido às flutuações no preço do leite e dos insumos; ou ainda, o modelo pode estar superestimando os resultados porque considera a demanda de leite elástica.

Os resultados da simulação mostraram que é possível, praticamente, dobrar a quantidade produzida diariamente de leite, mantendo a mesma mão-de-obra empregada na ordenha e aumentando-se em 285 dias-homens, durante o ano, a mão-de-obra de serviços gerais.

Devido à disponibilidade dos recursos mão-de-obra e terra para produção de alimentos, há possibilidade de ter mais vacas na propriedade. De acordo com os resultados da otimização, mantendo as demais variáveis constantes, o número de vacas no rebanho deveria passar de 31 para 61. Com isto, obtêm-se um volume de produção de leite maior, decorrente do aumento do número de animais, visto que o modelo não considera mudanças na produtividade por vaca, adotando aquela informada na entrada de dados.

Com relação à alocação das áreas, recomenda-se uma redução na área utilizada para produção de silagem de milho e um aumento nas áreas de cana-de-açúcar e capineira (capim-elefante) até o limite máximo informado pelo produtor. Recomenda-se, ainda, que a área de pastagem natural seja substituída por pastagem cultivada, sendo a espécie recomendada o capim *Brachiaria brizantha*. Na propriedade analisada, este capim possui maior capacidade de suporte de animais, em relação à pastagem natural, tanto no período das águas quanto da seca.

Este resultado, de alocação ótima das áreas, considera os preços de produção e compra dos alimentos volumosos e concentrados, a produtividade das forragens e a disponibilidade de alguns nutrientes na composição dos alimentos. Todavia, para animais de altas exigências em outros nutrientes que não os citados no modelo (NDT, PB, Ca e P) ou que possuam outras restrições na dieta, provavelmente, o resultado do modelo não será satisfatório.

A comparação entre o manejo alimentar atual na propriedade e a solução ótima é descrita nos Quadros 6 e 7.

Quadro 6 - Comparação entre o manejo alimentar atual das vacas e o da solução ótima do cenário 1, no período das águas (kg/vaca/dia)

Categoria	Alimento	Quantidade atual	Quantidade ótima
Vaca em lactação	Concentrado	5,0	3,8
	Cana-de-açúcar	20,0	-
	Capim elefante	-	11,1
	Silagem de milho	-	16,1
	Pasto	*	19,3
Vaca seca	Concentrado	-	2,0
	Cama de frango	à vontade	-
	Pasto	*	36,3

Fonte: Dados fornecidos pelo PDPL-RV e dados de pesquisa.

\* Obs.: O pasto fornecido para as vacas em lactação e seca no período das águas refere-se a 11 ha de capim gordura. No período da seca a produção deste pasto é desconsiderada.

Quadro 7 - Comparação entre o manejo alimentar atual das vacas e o da solução ótima do cenário 1, no período da seca (kg/vaca/dia)

Categoria	Alimento	Quantidade atual	Quantidade ótima
Vaca em lactação	Concentrado	5,0	5,8
	Cana-de-açúcar	20,0	6,5
	Capim elefante	-	-
	Silagem de milho	30,0	18,2
	Pasto	*	7,8
Vaca seca	Concentrado	-	1,5
	Cama de frango	à vontade	-
	Cana-de-açúcar	20,0	18,8
	Pasto	-	14,7

Fonte: Dados fornecidos pelo PDPL-RV e dados de pesquisa.

O manejo alimentar atualmente adotado na propriedade apresenta maior custo por litro de leite do que o obtido com a modelagem (Quadro 8). Isto mostra que é possível atender as exigências alimentares dos animais, com uma combinação de alimentos que possui um custo mais baixo.

Quadro 8 - Composição do custo de alimentação na propriedade analisada, dados do ano agrícola 2000/2001 e dos resultados da otimização do cenário 1

Especificação	Situação atual		Situação otimizada	
	Custo* (R\$/l)	Custo do alimento em relação ao preço do litro de leite (%)	Custo* (R\$/l)	Custo do alimento em relação ao preço do litro de leite (%)
Concentrado	0,0962	24,67	0,0982	25,18
Cana-de-açúcar	0,0016	0,41	0,0012	0,31
Capineiras	0,0011	0,28	0,0008	0,21
Silagem	0,0504	12,92	0,0344	8,82
Pastagem	0,0009	0,23	0,0020	0,51
<b>Total</b>	<b>0,1502</b>	<b>38,51</b>	<b>0,1366</b>	<b>35,03</b>

Fonte: Dados de pesquisa.

\* Valores de outubro de 2001.

No caso específico desta propriedade, verificou-se que é possível operar com uma maior produtividade da mão-de-obra do ordenhador, o que constitui outro importante fator para redução do custo operacional efetivo (Quadro 9).

O Quadro 10 apresenta o custo operacional efetivo por litro de leite da propriedade analisada, na situação atual e ótima, e o relaciona com o preço recebido pelo produtor por litro de leite. Comparando o custo operacional efetivo atual com os índices econômicos alcançados com a otimização, verifica-se que é possível reduzir o custo operacional efetivo da atividade.

Quadro 9 - Composição do custo de mão-de-obra na propriedade analisada, dados do ano agrícola 2000/2001 e dos resultados da otimização do cenário 1

Especificação da mão-de-obra	Situação atual		Situação otimizada	
	Custo (R\$/l)	Custo da mão-de-obra em relação ao preço do litro de leite (%)	Custo* (R\$/l)	Custo da mão-de-obra em relação ao preço do litro de leite (%)
Ordenhador	0,0288	7,39	0,0168	4,31
Serviços Gerais	0,0128	3,28	0,0128	3,28
<b>Total</b>	<b>0,0416</b>	<b>10,67</b>	<b>0,0296</b>	<b>7,59</b>

Fonte: Dados de pesquisa.

\* Valores de outubro de 2001.

Quadro 10 - Custo operacional efetivo do litro de leite na propriedade analisada, ano agrícola 2000/2001, antes e após otimização do cenário 1

Especificação	Situação atual*	Situação ótima*
Custo operacional efetivo (R\$/l)	0,27	0,24
Custo operacional efetivo/litro em relação ao preço do leite	69,23	61,31

Fonte: Dados de pesquisa.

\* Valores de outubro de 2001.

Todavia, devido ao risco e as dificuldades encontradas para se realizar todas as mudanças sugeridas pelo sistema é importante que se analise outros cenários, nos quais apenas algumas dessas mudanças sejam implementadas. Desse modo, através da construção de outros cenários é possível analisar quais são as mudanças mais relevantes para melhoria na rentabilidade da

atividade e, assim, o produtor poderá implementar as sugestões do sistema que sejam mais condizentes com as suas possibilidades.

### 3.3. Cenário 2

Nesse cenário, considerou-se que não há disponibilidade para alteração no número de vacas na propriedade. Isto ocorre muitas vezes, na prática, devido a limitações de recursos para aquisição de novos animais, ou devido ao longo tempo que se levaria para aumentar o número das vacas apenas com os animais que já existem no rebanho.

Nesse caso, procedeu-se a alocação ótima dos demais recursos, citados no cenário 1, tomando como fixo o número de vacas existente na propriedade. Os resultados da simulação indicaram, para essa condição que, ainda assim, é possível aumentar a margem bruta da atividade (Quadro 11). Entretanto, nessa situação, a margem bruta é incrementada devido a redução no custo operacional efetivo do leite visto que, para o modelo desenvolvido, quando não se aumenta o número de vacas, não há aumento no volume de leite produzido, porque não está sendo considerado a variação na produtividade por vaca.

Quadro 11 - Margem bruta obtida no sistema de produção de leite atual e na otimização do cenário 2

Indicadores de resultados	Atual*	Otimizada*	Varição (%)
Margem bruta total (R\$/ano)	20.494,78	24.716,34	20,6
Margem bruta unitária (R\$/litro)	0,12	0,17	41,6
Margem bruta/área (R\$/ha)	967,64	1.108,36	14,5
Margem bruta/total de vacas (R\$/cab)	661,12	797,30	20,6

Fonte: Dados de pesquisa.

\* Valores de outubro de 2001.

A redução no custo operacional efetivo da solução ótima decorre de mudanças na alimentação das vacas e da redução na contratação de mão-de-obra de ordenhador, passando de 730 para 370 dias-homem.

O Quadro 12, mostra a possibilidade de redução no gasto com alimentação, considerando os resultados da simulação do cenário 2, em relação ao atual da propriedade.

Quadro 12 - Composição do custo de alimentação na propriedade analisada, dados do ano agrícola 2000/2001 e dos resultados da otimização do cenário 2

Especificação da mão-de-obra	Situação atual		Situação otimizada	
	Custo (R\$/l)	Custo do alimento em relação ao preço do litro de leite (%)	Custo* (R\$/l)	Custo do alimento em relação ao preço do litro de leite (%)
Concentrado	0,0962	24,67	0,1030	26,41
Cana-de-açúcar	0,0016	0,41	0,0024	0,61
Capineiras	0,0011	0,28	0,0010	0,26
Silagem	0,0504	12,92	0,0043	1,1
Pastagem	0,0009	0,23	0,0046	1,18
<b>Total</b>	<b>0,1502</b>	<b>38,51</b>	<b>0,1153</b>	<b>29,56</b>

Fonte: Dados de pesquisa.

\* Valores de outubro de 2001.

Verifica-se com base nos resultados da simulação (Quadro 13) que a pastagem formada é a melhor opção para suprir as exigências dos animais a um menor custo. Portanto, o pasto é utilizado até o limite permitido, enquanto que o milho para produção de silagem é pouco utilizado, dado seu alto custo relativo a outros alimentos volumosos.

Como, nesse cenário, não se alterou o número de vacas, a necessidade de suplementação do pasto com outros alimentos volumosos de maior custo foi menor; conseqüentemente, o custo com alimentação foi reduzido ainda mais do que no cenário 1.

Quadro 13 - Resultado da alocação das áreas na solução ótima do cenário 2

Plantio de forragens	Unidade	Limite	Solução ótima
Pasto ( <i>Brachiaria brizantha</i> )	(ha)	11,0	11,0
Cana-de-açúcar	(ha)	1,5	1,5
Capim elefante	(ha)	1,2	0,7
Milho	(ha)	8,6	0,5

Fonte: Dados de pesquisa.

A análise desse cenário permite identificar a influência do volume de produção no valor da margem bruta total. No Quadro 14 faz-se uma comparação entre o cenário 1 e o cenário 2.

Quadro 14 - Comparação dos resultados da otimização no cenário 1 e no cenário 2

Especificação	Cenário 1*	Cenário 2*
Produção diária de leite (litros)	800	405
Margem bruta unitária (R\$/litro)	0,14	0,17
Margem bruta total (R\$)	42.339,97	25.426,91

Fonte: Dados de pesquisa.

\* Valores de outubro de 2001.

É importante ressaltar que, no cenário 2, apesar da solução ótima apresentar uma maior margem bruta unitária do que no cenário 1, a margem bruta total no cenário 1 é maior. Isto ocorre porque, no cenário 1, o volume produzido de leite é maior, gerando um ganho total maior. Portanto, para

indicar o sistema de produção que proporciona maior margem bruta total é preciso considerar, além do custo médio baixo, o volume de leite produzido.

### 3.4. Cenário 3

No cenário 3, procedeu-se a otimização do sistema de produção mantendo fixo, além do número de vacas, o número de empregados contratados na propriedade encarregados da atividade leiteira.

Como nos cenários anteriores, também há possibilidade de se aumentar a margem bruta do atual sistema de produção (Quadro 15), realizando mudanças na alimentação dos animais e, conseqüentemente, na alocação de áreas para produção destes.

Quadro 15 - Margem bruta obtida no sistema de produção de leite atual e na otimização do cenário 3

Indicadores de resultados	Atual*	Otimizada*	Varição (%)
Margem bruta total (R\$/ano)	20.494,78	22.301,40	8,8
Margem bruta unitária (R\$/litro)	0,12	0,15	25,0
Margem bruta/área (R\$/ha)	967,64	1.000,06	3,4
Margem bruta/total de vacas (R\$/cab)	661,12	719,40	8,8

Fonte: Dados de pesquisa.

\* Valores de outubro de 2001.

Entretanto, conforme os dados do Quadro 16, verifica-se que ao manter fixa a mão-de-obra atualmente empregada na propriedade, há um redução significativa na margem bruta total e unitária, quando comparadas com os resultados do cenário 2.

Quadro 16 - Comparação dos resultados da otimização no cenário 2 e no cenário 3

Especificação	Cenário 2*	Cenário 3*
Produção diária de leite (litros)	405	405
Margem bruta unitária (R\$/litro)	0,17	0,15
Margem bruta total (R\$)	25.426,91	22.674,40

Fonte: Dados de pesquisa.

\* Valores de outubro de 2001.

Para essa propriedade, conclui-se que quanto mais rígido o sistema de produção atual for a mudanças em seu processo produtivo, menos possibilidade de aumentar a margem bruta ele terá.

### 3.5. Comparação dos três cenários

Ao comparar os três cenários, constata-se a importância que o volume de leite produzido representa no aumento da margem bruta total. Verificou-se que nem sempre uma maior margem bruta unitária implica em maior margem bruta total.

Para as condições específicas da propriedade estudada, mantendo a relação de preços e a produtividade do rebanho constantes, um aumento do custo médio de produção é justificado para aumentar o volume de leite produzido e, portanto, para obter maior margem bruta total. Assim, a decisão de quais mudanças realizar no sistema de produção atual deve considerar, não somente o custo médio baixo, mas também a alta capacidade de resposta, em termos de oferta, aos estímulos de mercado.

Para auxiliar nessa tomada de decisão, facilitando a análise e a comparação entre as diversas alternativas, verificou-se que um sistema de apoio à decisão desenvolvido para este fim, constitui-se numa ferramenta

bastante útil, podendo melhorar as chances de acerto e, conseqüentemente, aumentar a capacidade competitiva da empresa.

O SAD, desenvolvido nesse estudo, mostrou-se útil para ser usado na comparação de estratégias diferenciadas a serem empregadas em função de mudanças que possam ocorrer, sejam elas de caráter técnico ou econômico.

Esses resultados mostram claramente que o uso da tecnologia de sistemas de apoio à decisão é promissor, permitindo antever sistemas sofisticados, que visem aumentar a produção e a produtividade na atividade leiteira, através de planejamentos orientados as características individuais das propriedades e monitorados por extensionistas no local.

Os SADs podem ser utilizados, também, como ferramenta de pesquisa através do estudo de sensibilidade das soluções a alterações técnicas ou biológicas. Esse potencial pode ser bastante explorado para se determinar tópicos prioritários para pesquisa.

#### **4. RESUMO E CONCLUSÕES**

Mudanças ocorridas no ambiente econômico do país, na última década, acirraram a competitividade no setor leiteiro, conduzindo, naturalmente, à necessidade de mudança no perfil da produção leiteira nacional. O aumento da concorrência resultou na redução das margens de lucro unitário, levando à necessidade de se buscar não só o aumento da produtividade como também do volume de produção.

Todavia, a adaptação dos sistemas de produção de leite a um ambiente de maior competição está diretamente relacionada à racionalidade no processo de tomada de decisões. Nesse sentido, a melhoria gerencial é fundamental, visto que a busca por sistemas produtivos eficientes e sustentáveis irá depender, principalmente, da capacidade de se tomar decisões de forma rápida e acertada, diante das imposições e influências que o mercado exerce sobre as empresas.

Como os recursos disponíveis são limitados, a empresa deve procurar escolher a alternativa de combinação e utilização dos recursos que apresentem melhores resultados em termos econômicos. Desse modo, ressalta-se a importância do planejamento para orientar a tomada de decisões, a fim de alcançar sempre a máxima eficiência de acordo com o objetivo pretendido da propriedade que, em geral, é a maximização do lucro.

A partir do exposto, pode-se concluir que, para que a produtividade da pecuária leiteira brasileira possa ser incrementada de forma econômica, revertendo em melhoria de qualidade de vida para a população e aumento de divisas para o país, é importante o desenvolvimento de ferramentas que auxiliem o administrador em seu processo de tomada de decisão. Por isso, métodos eficazes de planejamento devem ser priorizados.

A elaboração de um planejamento adequado e rigoroso permite que o processo de tomada de decisão associado à atividade leiteira seja desenvolvido de forma consistente e eficaz, de modo a minimizar a possibilidade de falhas na sua execução e o surgimento de resultados inesperados. Entretanto, para isso, o planejamento deve abranger todas as informações e técnicas disponíveis para o levantamento e a seleção das alternativas viáveis de produção.

Portanto, quando se deseja determinar um planejamento ótimo para a propriedade, a fim de se obter o maior lucro possível, é importante que se considere o sistema produtivo como um todo, incluindo diversos fatores tecnológicos, biológicos e econômicos. Assim, fica cada vez mais evidente a complexidade do problema e a dificuldade para a tomada de qualquer decisão.

Nesse sentido, a importância da abordagem sistêmica é notória. Por isso, neste estudo, a análise econômica foi realizada em nível de sistema de produção, abrangendo os recursos (terra, mão-de-obra e vacas) disponíveis e a matriz tecnológica existente. Desse modo, foi possível comparar os resultados observados junto ao produtor com os obtidos na simulação de cenários e verificar, ao nível de modelo, o impacto na renda provocado pela introdução de novas tecnologias ao atual sistema de produção.

Procurou-se analisar mudanças nos sistemas de produção de leite vigentes que melhorassem sua eficiência econômica e que pudessem ser de fácil implementação. Com isso, através do sistema de apoio à decisão desenvolvido neste estudo pôde-se estabelecer a quantidade ótima da mão-de-obra de ordenhador e de serviços gerais para manejo das vacas, a melhor distribuição entre as áreas para produção de alimentos, a época de fornecimento destes, a quantidade e a época de compra de alimentos, assim

como ajustar o número de vacas ao rebanho, tendo em vista o atendimento das exigências nutricionais e as demais restrições do modelo.

Três cenários foram analisados tendo em vista, principalmente, o comportamento das margens brutas unitária e total dos sistemas de produção otimizados, com relação aos impactos causados pela fixação do número de vacas e da mão-de-obra empregada na propriedade. No primeiro cenário não se fixou nenhum destes parâmetros. No segundo cenário, procedeu-se à otimização, mantendo fixos o número de vacas atual na propriedade. Finalmente, no terceiro cenário foram mantidos fixo, além do número de vacas, os empregados contratados na propriedade para o manejo das vacas.

Os resultados da simulação indicaram que, para os três cenários, é possível aumentar as margens brutas total e unitária da atividade. Entretanto, apesar do primeiro cenário ter apresentado uma margem bruta unitária menor que os dois subseqüentes, o volume de leite produzido foi maior, gerando uma margem bruta total maior. Isto comprova que, para aumentar a margem bruta total da atividade, não adianta selecionar um sistema de menor custo médio se este operar com baixo volume de produção e tiver poucas possibilidades de expansão.

Portanto, para os dados da propriedade analisada, verificou-se que o sistema de produção de leite, ao ampliar o número de vacas no rebanho, aumentando o volume de leite produzido e ao utilizar intensivamente volumosos de boa qualidade, com destaque para as pastagens formadas (*Brachiaria brizantha*), além de apresentar um custo de produção competitivo, possui elevado potencial de resposta aos estímulos de mercado.

A análise dos resultados mostra que o SAD desenvolvido é útil no planejamento ótimo da atividade leiteira, conforme as condições de cada propriedade e na análise da eficiência econômica dos sistemas de produção. Portanto, o sistema tem potencial para ser aprimorado e implantado em fazendas típicas da região que possuam acompanhamento técnico, como ocorre nas propriedades assistidas pelo PDPL-RV.

A adaptação do sistema a outras regiões pode ser realizada com certa facilidade, desde que existam especialistas dispostos a estudar as

características dos sistemas de produção de leite da sua região, para adequar o sistema a essa realidade.

Entretanto, é importante ressaltar que neste trabalho não se considerou o risco das mudanças mencionadas no atual sistema de produção. Como o risco é um fator relevante para o produtor no momento de decidir como alocar seus fatores de produção, fica como sugestão para futuros trabalhos, a incorporação da análise de risco ao modelo. É interessante, também, que se considere outros objetivos do produtor e, portanto, desenvolva-se um modelo de multi-objetivos.

Chama-se a atenção que este trabalho pode ser estendido para a fase de cria e recria dos animais e, desta forma, poderia se analisar o ciclo produtivo pecuário completo, através da utilização de um modelo multiperifódico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, E. Leite: o que determina os custos **Balde Branco**, São Paulo, ano 35, n. 411, p. 38-40, 1999.
- ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA - ANUALPEC. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 1999.
- ASSIS, A.G., BARBOSA, P.F., SILVA JR., A.G. **Modelagem de sistemas para tomada de decisões na pecuária leiteira**. [09 maio 2001]. (<http://www.sbz.org.br/eventos/PortoAlegre/homepagesbz/Airdem.htm>).
- BALDE BRANCO, São Paulo, ano 37, n. 438, abr. 2001.
- BORTOLETO, E.E., WILKINSON, J. Competitividade, inovação e demandas tecnológicas no sistema agroindustrial do Mercosul ampliado - lácteos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 38, 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Brasília: SOBER, 2000.
- CAMPOS, J. **Tabelas para cálculo de rações**. Viçosa: UFV, 1995. (Apostila).
- CAMPOS, V. **Região lidera produção de leite em Minas Gerais**. [12 mar. 2001]. (<http://www.milkpoint.com.br>).
- CAMPOS FILHO, J.P. Tempo de vacas magras. **Revista Agroanalysis**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 10, p. 6-7, out. 1998.
- CARVALHO, M.P. **Redução dos custos de produção: priorize os itens que têm maior impacto**. [13 out. 2000]. (<http://www.milkpoint.com.br>).

- CASTRO, M.C.D., NEVES, B.S. Análise da evolução recente e perspectivas da indústria laticinista no Brasil. In: GOMES, A.T., LEITE, J.L.B., CARNEIRO, A.V. (Eds.). **O agronegócio do leite no Brasil**. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 2001. p. 63-72.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA - CNA. Informativo técnico. **Revista Gleba**, v. 46, n. 175, 2001.
- CURRY, G.L., DEUERMEYER, B.L., FELDMAN, R.M. **Discrete simulation**. Oakland, CA: Holden-Day, 1989. 297 p.
- FARINA, E.M.M.Q., ZYLBERSZTAJN, D. **Competitividade no agribusiness brasileiro**. São Paulo: PENSA/FIA/FEA/USP, 1998.
- FATURETO, C.R.C. **Otimização sob critérios múltiplos: metodologias e uma aplicação para o planejamento agrícola**. Viçosa: UFV, 1997. 145 p. Tese (Doutorado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - FIBGE. **Censo agropecuário – censos econômicos de 1985**. Rio de Janeiro, 1985. v. 18.
- GILL, R.T. **Introdução à microeconomia**. São Paulo: Atlas, 1976. 323 p.
- GOMES, S.T. Cadeia agroindustrial do leite no Mercosul. In: VIEIRA, W., CARVALHO, F. (Orgs.). **Mercosul: agronegócios e desenvolvimento econômico**. Viçosa: UFV, 1997a. p. 155-175.
- GOMES, S.T. **Indicadores de eficiência técnica e econômica na produção de leite**. São Paulo: Faesp/Senar/Milkbizz, 1997b.
- GOMES, A.P. **Impactos das transformações da produção de leite no número de produtores e requerimentos de mão-de-obra e capital**. Viçosa: UFV, 1999. 161 p. Tese (Doutorado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- GOMES, S.T. **Economia da produção do leite**. Belo Horizonte: Itambé, 2000. 132 p.
- GOMES, S.T. **Equilíbrio e lucro do sistema de produção de leite**. Viçosa, 19 jan. 2001a.
- GOMES, S.T. **Menos pecuaristas produzem mais leite**. [02 mar. 2001b]. (<http://www.milkpoint.com.br>).

- GOMES, A.P., ALVES, E. As transformações da produção de leite e seus impactos no número de produtores e na necessidade de mão-de-obra. In: MONTOYA, M.A., PARRÉ, J.L. (Orgs.). **O agronegócio brasileiro no final do século XX – realidade e perspectiva regional e internacional**. Passo Fundo: UEPF, 2000. v. 2, p. 81-101.
- GOMES, A.T., LEITE, J.L.B. O relacionamento na cadeia agroindustrial do leite para os novos tempos. In: GOMES, A.T., LEITE, J.L.B., CARNEIRO, A.V. (Eds.). **O agronegócio do leite no Brasil**. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 2001. p. 139-165.
- GOMES, A.T., LEITE, J.L.B., CARNEIRO, A.V. **O agronegócio do leite no Brasil**. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 2001. 262 p.
- HAVEMAN, R.H., KENYON, A.K. **O sistema de mercado**. São Paulo: Pioneira, 1972.
- HENDERSON, J.M., QUANDT, R.E. **Microeconomic theory - a mathematical approach**. New York: McGraw-Hill, 1958. 291 p.
- JANK, M.S., GALAN, V.B. **Competitividade do sistema agroindustrial do leite no Brasil**. São Paulo: USP/FIA/PENSA/IPEA, 1998. 95 p.
- JANK, M.S., FARINA, E.M.Q., GALAN, V.B. **O agribusiness do leite no Brasil**. São Paulo: Milkbizz/USP/FIA/PENSA/IPEA, 1999. 108 p.
- JOHNSON, B.B., PAEZ, M.L.D.A. Métodos quantitativos e planejamento na Embrapa. In: SILVA, E.C. (Ed.). **Métodos quantitativos e planejamento na Embrapa com enfoque na informação e na tecnologia da informação**. Brasília: DPD-EMBRAPA-SPI, 1995. p. 7-18.
- KALIRAJAN, K.P. On measuring yield potential of the high yielding varieties technology at farm level. **Journal of Agricultural Economics**, v. 33, n. 1, p. 227-236, 1982.
- LACKI, P. **Como enfrentar a crise da agricultura: lamentando os problemas insolúveis ou resolvendo os problemas solucionáveis?** [19 jan. 2001]. (<http://www.milkpoint.com.br>).
- LANZER, E.A. **Programação linear: conceitos e aplicações**. Rio de Janeiro: IPEA/INPES, 1982. 258 p.
- LAUDON, K., LAUDON, J. **Sistemas de informação**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1999. 389 p.
- LEFTWICH, R.H. **O sistema de preços e a alocação de recursos**. 8.ed. São Paulo: Pioneira, 1994. 445 p.

- MAGALHÃES, G.F.P. **Planejamento da empresa rural - métodos de planejamento e processos de avaliação.** Viçosa: UFV, 1995. 100 p. (Apostila).
- MAGALHÃES, G.F.P. **Economia da produção.** Viçosa: UFV, 1996. 203 p. (Apostila).
- MARTINS, P.C. **Aspectos econômicos da coordenação da cadeia produtiva do leite e seus derivados.** Belo Horizonte: AGROSOFT/CTSOFT/SBI-AGRO, 1997. (<http://www.agrosoft.com.br>).
- MARTINS, P.C., GUILHOTO, J.J.M. Leite e derivados e a geração de emprego, renda e ICMS no contexto da economia brasileira. In: GOMES, A.T., LEITE, J.L.B., CARNEIRO, A.V. (Eds.). **O agronegócio do leite no Brasil.** Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 2001. p. 181-205.
- MATTOS, W. Desafios à produção de leite na região sudeste do Brasil. In: VILELA, D., BRESSAN, M., CALEGAR, G.M. (Eds.). **Identificação de restrições técnicas, econômicas e institucionais ao desenvolvimento do setor leiteiro nacional.** Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1999. p. 109-110.
- MEDEIROS, F.B.S. **Perfil gerencial de produtores rurais assistidos por programa de extensão: o caso do PDPL-RV.** Viçosa: UFV, 1999. 114 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- MOURA, A.D. **Sistema inteligente de apoio à decisão aplicado ao gerenciamento da produção de frangos de corte.** Viçosa: UFV, 1995. 92 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 7.ed. Washington, D.C.: Academic Press, 2001.
- NOGUEIRA NETTO, V., MUSTEFAGA, A. Bovinocultura de corte: investimentos e perspectivas. In: LÍRIO, V.S., GOMES, M.F.M. (Eds.). **Investimento privado, público e mercado de commodities.** Viçosa: UFV, 2000. p. 91-115.
- OLIVEIRA, T.B.A., FIGUEIREDO, R.S., OLIVEIRA, M.W., NACIF, C. Análise técnica e econômica em propriedades leiteiras localizadas na região de Viçosa, Minas Gerais. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 38, 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Brasília: SOBER, 2000.
- 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, 2001.

- PARIS, Q. **An economic interpretation of linear programming**. Ames: Iowa State University, 1991. 337 p.
- PIDD, M. **Tools for thinking: modeling in management science**. New York: John Wiley & Sons, 1996.
- QUEIROZ, M.P. Gerenciamento vem antes de tecnologia. **Balde Branco**, São Paulo, ano 37, n. 438, p. 98, abr. 2001.
- REICHARDT, K., BACCHI, O.O.S. Principles of crop modeling and simulation: I - uses of mathematical models in agricultural science. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 55, n. esp., 1998.
- RESENDE FILHO, M.A. **Desenvolvimento de um sistema de apoio ao processo de tomada de decisão em confinamento de bovinos de corte**. Viçosa: UFV, 1997. 116 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- RODRIGUES, L.H.A. **Planejamento estratégico de uma propriedade de leite através da utilização de um modelo de programação linear**. [15 maio 2001]. (<http://www.agrosoft.com/ag97/index.htm>).
- RUFINO, J.L.S. **Dinâmica e fatores determinantes do investimento na pecuária leiteira do sudeste brasileiro**. Viçosa: UFV, 1994. 193 p. Tese (Doutorado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, 1994.
- RUFINO, J.L.S., GOMES, S.T. Economia de escala na produção leiteira. **Economia Rural**, Viçosa, v. 3, n. 2, p. 7-10, 1992.
- RUTH, M., HANNON, O. The facets of the modelling and validation process in operations research. **European Journal of Operational Research**, v. 66, n. 2, p. 216-234, 1997.
- RYKIEL JR., E.J. Testing ecological models: the meaning of validation. **Ecological Modelling**, v. 90, p. 229-244, 1996.
- SALAZAR, G.T. **Administração geral**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 156 p.
- SANTOS, G.T., VILELA, D. Produção leiteira - analisando o passado, entendendo o presente e planejando o Futuro. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 37, 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. p. 231-266.
- SCHIFFLER, E.A. **Análise de eficiência técnica e econômica de sistemas de produção de leite na região de São Carlos, São Paulo**. Viçosa: UFV, 1997.
- SCHUTZER, E., PEREIRA, N.A. Sistemas de informação. In: BATALHA, M.O. (Ed.). **Gestão agroindustrial**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1999. v. 2, p.147-152.

- SILVA JR., A.G. **Sistema de suporte à decisão integrado a sistemas especialistas: uma aplicação para o gerenciamento de fazendas produtoras de leite.** Viçosa: UFV, 1993. 94 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, 1993.
- SOUKI, G.Q. **Capacitação profissional no setor pecuário leiteiro: um estudo sobre o ensino de administração rural nos cursos de veterinária de Minas Gerais.** Lavras: UFLA, 2000. 112 p. Dissertação (Mestrado em Administração Rural) - Universidade Federal de Lavras, 2000.
- SOUKI, G.Q., OLIVEIRA, L., SALAZAR, G.T. Teoria das restrições: um estudo de caso na pecuária leiteira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 37, 1999, Foz do Iguaçu. **Anais...** Brasília: SOBER, 1999. v. 2.
- SOUSA, E.M. **Transferência de tecnologia em pecuária de leite: da geração a sua adaptação nas fazendas.** Viçosa: UFV, 1995. 140 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- STERMAN, J. A skeptic's guide to computer models. In: RICHARDSON, G.P. (Ed.). **Modelling for management: simulation in support of systems thinking.** Cambridge: Dartmouth, 1996. 493 p.
- STERMAN, J. **Business dynamics.** New York: McGraw-Hill, 2000. 891p.
- SUGAI, Y. **Planejamento básico de uma empresa agropecuária pela programação linear.** Viçosa: UFV, 1972. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, 1972.
- TANNÚS, S.P. Estabilização, abertura econômica e as importações brasileiras de leite (1980-1998). In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 38, 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Brasília: SOBER, 2000.
- TURBAN, E., ARONSON, J.E. **Decision support systems and intelligent systems.** 5.ed. New York: Prentice Hall, 1998. 890 p.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Programa de desenvolvimento da pecuária leiteira da região de Viçosa - PDPL-RV.** Viçosa, 1993. (Mimeogr.). (Relatório Anual).
- VALE, S.M.L.R. **Avaliação de sistemas de informação para produtores rurais: metodologias e um estudo de caso.** Viçosa: UFV, 1995. 139 p. Tese (Doutorado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- VALE, S.M.L.R. **Noções gerais de administração rural.** Brasília: ABEAS, 1999. 34 p. (Apostila).

- VILELA, D., GOMES, S.T., CALEGAR, G.M. Agronegócio leite e derivados: um programa nacional em C&T. In: CALDAS, R.A. et al. (Orgs.). **Agronegócio brasileiro: ciência, tecnologia e competitividade**. 2.ed. Brasília: CNPq, 1998. p. 256-275.
- YAMAGUCHI, L.C.T. **Análise de interdependência de produção, custo e demanda de fatores na economia leiteira**. Viçosa: UFV, 1991. 117 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- YAMAGUCHI, L.C.T., CARNEIRO, A.V. Aplicação de planilha eletrônica na análise técnica e econômica de unidades de produção de leite. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE INFORMÁTICA APLICADA À AGROPECUÁRIA E AGROINDÚSTRIA, 1, 1997, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: AGROSOFT/CTSOFT/SBI-AGRO, 1997. p. 95-99.
- YAMAGUCHI, L.C.T., MARTINS, P.C., CARNEIRO, A.V. Produção de leite no Brasil nas três últimas décadas. In: GOMES, A.T., LEITE, J.L.B., CARNEIRO, A.V. (Eds.). **O agronegócio do leite no Brasil**. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 2001. p. 33-61.

## APÉNDICES

## APÊNDICE A

### PLANILHAS DE ENTRADA DE DADOS

Quadro 1A - Composição e limite de uso de terra na atividade leiteira (para categoria vaca)

Grupo	Especificação	Área atual	Área potencial
Cana-de-açúcar	Cana-de-açúcar	1,00	
	Subtotal (ha)	1,00	1,50
Capineiras	Capim elefante	0,58	
	Outras		
	Subtotal (ha)	0,58	1,20
Forrageiras anuais (verão e inverno)	Aveia		
	Girassol		
	Milho	8,60	
	Sorgo		
	Outras		
	Subtotal (ha)	8,60	8,60
Pastagens	Braquiária brizantha		
	Braquiária decubmens		
	Colonião		
	Gordura	11,00	
	Jaraguá		
	Pangola		
	Tifton		
	Outras		
	Subtotal (ha)	11,00	11,00
Outros	Mandioca		
	Subtotal (ha)	0,00	0,00
Área total utilizada com atividade leiteira (ha)		21,18	22,30

Quadro 2A - Limite de arrendamento de terra

Especificação	Unidade	Área potencial
Arrendamento de terceiros (pastos)	ha/ano	
Arrendamento para terceiros	ha/ano	

Quadro 3A - Preço dos fatores terra e mão-de-obra

Fator de produção	Unidade	Preço (R\$/unidade)
Terra (arrendar para terceiros)	ha	
Mão-de-obra ordenahdor (fixa)	d.h.	6,70
Mão-de-obra ordenhador (temporária)	d.h.	6,70
Mão-de-obra serviços gerais (fixa)	d.h.	6,00
Mão-de-obra serviços gerais (temporária)	d.h.	7,00

Quadro 4A - Mão-de-obra utilizada na atividade leiteira para manejo das vacas

Tipo de mão-de-obra	Unidade	Atual		Potencial
		Fixa	Temporária	
Ordenhador	d.h./ano	730		0
Serviços gerais	d.h./ano	292		365

Quadro 5A - Tipo de ordenha adotada na propriedade

Tipo de ordenha	Relação litros de leite/d.h.
Ordenha manual	
Ordenha mecânica	400

Quadro 6A - Quantidade de vacas no rebanho (média no ano)

Categoria	Unidade	Igual	Igual (%)
N.º de vacas em lactação	cabeças	27	87,10
N.º de vacas secas	cabeças	4	12,90
Peso médio das vacas	kg	450,00	#
N.º total de vacas	cabeças	31	100,00

Quadro 7A - Produção média de leite por lactação

Item	Unidade	Igual
Produção de leite/vaca em lactação	litros/dia	15,0
Teor de gordura no leite desejado	%	3,5
Período lactação (PL)	dias	305
Produção de leite/lactação	litros	4.575,00

Quadro 8A - Custo de substituição de vacas

Especificação	Unidade	Valor	Valor
Vaca reposição	R\$/cab.	900,00	900,00
Vaca descarte	R\$/cab.	500,00	500,00
Vida útil (após 1.º parto)	anos	7,00	7,00
Custo de substituição anual	R\$/cab.		-57,14

Quadro 9A - Preço de compra de volumosos

Forragens verdes	Período das águas		Período da seca	
	Preço de compra na fazenda (R\$/t)	Quantidade limite de compra (t)	Preço de compra na fazenda (R\$/t)	Quantidade limite de compra (t)
Aveia				
Cana-de-açúcar				
Capim elefante				
Mandioca (ramas e raízes)				
Mandioca (raiz)				
Sorgo				

Silagens	Período das águas		Período da seca	
	Preço de compra na fazenda (R\$/t)	Quantidade limite de compra (t)	Preço de compra na fazenda (R\$/t)	Quantidade limite de compra (t)
Cana				
Capim + melaço				
Capim elefante				
Girassol				
Milho				
Sorgo				

Quadro 10A - Despesa com arrendamento de pastos

Pasto	Preço de arrendamento terra (R\$/ha/ano)	Capacidade de suporte (cab./ha)	
		Período das águas	Período da seca
Capim braquiária brizantha			
Capim braquiária decumbens			
Capim colonião			
Capim elefante napier			
Capim gordura			
Capim jaraguá			
Capim pangola			

Quadro 11A - Custo anual de produção e produtividade das forragens perenes e anuais

Forragens perenes	Especificação	Custo de formação (R\$/ha)	Custo manutenção (R\$/ha/ano)	Vida útil (anos)	Produtividade (t/ha)	Período	
						das águas	da seca
Cana-de-açúcar	Cana-de-açúcar	700,00	100,00	5	Produtividade (t/ha)		60
Capineiras	Capim elefante	600,00	100,00	6		90	0
Outros	Mandioca						
Pastagens	Braquiária brizantha	350,00	30,00	20	Capacidade de suporte (cab./ha)	2	1
	Braquiária decumbens	300,00	30,00	20		2	1
	Colonião						
	Gordura	0,00	20,00	30		1	0
	Jaraguá						
	Pangola Tifton						

Forragens anuais	Especificação	Unidade	Custo produção (R\$/unid.)	Produtividade (t/ha)
Inverno	Aveia	hectare		
Silagens	Capim elefante	tonelada		
	Girassol	tonelada		
	Milho	tonelada	30	40
	Sorgo	tonelada	28	60

Quadro 12A - Preço, quantidade e composição dos ingredientes utilizados para formulação da ração concentrada

76

Ingredientes	Preço unitário (R\$/kg)	Quantidade (kg)	M.S. (kg)	P.B. (kg)	NDT (kg)	Ca (g)	P (g)	Preço total (R\$*quantidade)
Algodão, caroço			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Algodão, farelo			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Algodão, farelo com casca			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Amendoim, farelo			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Arroz, farelo			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aves, cama galinheiro			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aves, cama de frango			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Babaçu, farelo			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carne, farinha			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carne e ossos, farinha			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Centeio, farelo			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cevada, farelo			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Citrus, farelo de polpa			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Coco, farelo			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Feijão, grão			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Girassol, farelo			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Girassol, farelo com casca			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Girassol, sementes			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Leite soro em pó			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mandioca, raspa integral			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Melaço de cana			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Milho, grão			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Milho desintegrado com sabugo	0,20	73,00	65,12	6,13	60,96	43,80	211,70	14,60
Milho desintegrado palha + sabugo			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Soja, farelo	0,56	24,00	21,27	11,50	19,44	96,00	170,40	13,44
Sorgo, grão			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Trigo, farelo			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Trigo, farelinho			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Uréia (equivalente em P.B.)	0,66	1,00	0,99	2,74				0,66
Fosfato bicálcico	0,38	0,20	0,20			46,60	36,00	0,08
Fosfato de sódio monobásico							0,00	0,00
Pedra calcária	0,26	1,80	1,80			684,00		0,47
<b>Total</b>	<b>0,29</b>	<b>100,00</b>	<b>89,40</b>	<b>20,40</b>	<b>80,40</b>	<b>870,00</b>	<b>418,00</b>	<b>29,24</b>
	Preço (R\$/kg)		M.S. (%)	P.B. (%)	NDT (%)	Ca (%)	P (%)	
Total	0,29		89,37	20,36	80,40	0,87	0,42	

Quadro 13A - Custo de compra/produção e composição de concentrados

Concentrado	Consumo (kg/vaca lactação/dia)		Consumo (kg/vaca seca/dia)	
	nas águas	na seca	nas águas	na seca
A	5,0	5,0	0,0	0,0
B				
C				

Quadro 14A - Fornecimento de concentrado para vacas em lactação e seca

Concentrado	Consumo (kg/vaca lactação/dia)		Consumo (kg/vaca seca/dia)	
	nas águas	na seca	nas águas	na seca
A	5,0	5,0	0,0	0,0
B				
C				

Quadro 15A - Preço recebido pelo produtor (média no ano)

Produto	Unidade	Preço recebido	Preço recebido
Leite	R\$/litro	0,390	0,390

Quadro 16A - Despesa anual com medicamentos para vacas

Medicamentos	Gasto total (R\$/ano)		Gasto unitário (R\$/vaca/ano)
	Vacas lactação	Vacas secas	
Antibióticos			
Antitóxicos			
Carrapaticida			
Vacinas			
Vermífugos			
Outros	1.227,00		
<b>Total/vaca/ano</b>	<b>1.227,00</b>	<b>0,00</b>	<b>39,58</b>

Quadro 17A - Despesa anual com hormônios para vacas

Hormônios	Gasto total (R\$/ano)	Gasto unitário (R\$/vaca/ano)
Somatotropina		
GNRH		
Estrógeno		
Outros		
<b>Total/vaca/ano</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Quadro 18A - Despesa com fornecimento de minerais para vacas

Minerais	Gasto total (R\$/ano)	Gasto unitário (R\$/vaca/ano)
Sal comum		
Sal mineral	523,87	
Concentrado mineral		
<b>Total/vaca/ano</b>	<b>523,87</b>	<b>16,90</b>

Quadro 19A - Despesa anual com inseminação das vacas

Hormônios	Gasto total (R\$/ano)	Gasto unitário (R\$/vaca/ano)
Sêmen	2.267,00	
Nitrogênio líquido	310,87	
Inseminador contratado		
Monta natural (touro)		
Outros	190,00	
<b>Total/vaca/ano</b>	<b>2.767,87</b>	<b>89,29</b>

Quadro 20A - Despesa anual com material para ordenha

Itens	Gasto total (R\$/ano)	Gasto unitário (R\$/vaca/ano)
Material de ordenha		
Material de limpeza e desinfecção		
Higienização equipamentos		
Higienização tanque de exp.		
Outros		
<b>Total/vaca/ano</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Quadro 21A - Despesa anual com reparos de bens utilizados na atividade leiteira (para vacas)

Itens	Gasto total (R\$/ano)	Gasto unitário (R\$/vaca/ano)
Benfeitorias	91,90	
Máquinas	800,00	
Outros		
<b>Total/vaca/ano</b>	<b>891,90</b>	<b>28,77</b>

Quadro 22A - Despesa anual com energia e combustível para produção de leite

Itens	Gasto total (R\$/ano)	Gasto unitário (R\$/vaca/ano)
Óleo diesel		
Óleo lubrificante		
Gasolina		
Graxa		
Energia elétrica		
Outros	2.055,24	
<b>Total/vaca/ano</b>	<b>2.055,24</b>	<b>66,30</b>

Quadro 23A - Despesa anual com impostos e taxas para produção de leite (para vacas)

Hormônios	Gasto total (R\$/ano)	Gasto unitário (R\$/vaca/ano)
FUNRURAL		
ITR		
Contador		
Assistência técnica		
Outros	1.058,59	
<b>Total/vaca/ano</b>	<b>1.058,59</b>	<b>34,15</b>

Quadro 24A - Despesa anual com transporte do leite

Itens	Gasto total (R\$/ano)	Gasto unitário (R\$/vaca/ano)
Transporte do leite	1.291,00	
<b>Total/vaca/ano</b>	<b>1.291,00</b>	<b>41,65</b>

## APÊNDICE B

### PLANILHAS COM INFORMAÇÕES PARA O MODELO

Quadro 1B - Necessidades nutricionais para manutenção de vacas leiteiras/dia

Peso vivo (kg)	Matéria seca (kg)	P.B. (kg)	NDT (kg)	Cálcio (kg)	Fósforo (kg)
350	12,75	0,30	3,0	0,014	0,010
400	13,54	0,32	3,1	0,016	0,011
450	14,30	0,34	3,4	0,018	0,013
500	15,03	0,36	3,7	0,020	0,014
550	15,76	0,39	4,0	0,022	0,016
600	16,46	0,41	4,2	0,024	0,017
650	17,15	0,43	4,5	0,026	0,019
700	17,83	0,45	4,8	0,028	0,020

Fonte: NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC (2001).

Quadro 2B - Nutrientes necessários para produção de leite de acordo com o percentual de gordura

Teor de gordura (%)	Nutrientes por litro de leite (% de gordura)						
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5
P.B. (kg)	0,072	0,078	0,084	0,090	0,096	0,101	0,107
NDT (kg)	0,255	0,280	0,305	0,330	0,355	0,380	0,405
Cálcio (kg)	0,00257	0,00271	0,00294	0,00321	0,00343	0,00368	0,00383
Fósforo (kg)	0,00163	0,00168	0,00183	0,00200	0,00213	0,00228	0,00240

Quadro 3B - Cálculo da necessidade nutricional para manutenção de vacas em lactação de acordo com o peso informado

Peso vivo (kg)	Indica o peso médio das matrizes	P.B. (kg)	NDT (kg)	Ca (kg)	P (kg)
350	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
400	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
450	1,00	0,34	3,42	0,018	0,013
500	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
550	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
600	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
650	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
700	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000

Quadro 4B - Cálculo da exigência nutricional para produção de leite de acordo com o teor de gordura no leite informado

Teor de gordura (%)	Indica % gordura desejada no leite	P.B. (kg)	NDT (kg)	Ca (kg)	P (kg)
2,5	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
3,0	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
3,5	1,00	0,08	0,31	0,0029	0,0018
4,0	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
4,5	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
5,0	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000
5,5	0,00	0,00	0,00	0,0000	0,0000

Quadro 5B - Exigência nutricional total de uma vaca em lactação para produção de leite, de acordo com os dados informados

	M.S. (kg)	P.B. (kg)	NDT (kg)	Ca (kg)	P (kg)
Mantença	14,30	0,341	3,420	0,018	0,013
Produção de leite	#	1,260	4,575	0,044	0,02745
Total requerido	14,30	1,600	8,000	0,062	0,040

Quadro 6B - Necessidades nutricionais para manutenção e prenhez de vacas leiteiras/dia (dois últimos meses de gestação)

Peso vivo (kg)	Matéria seca (kg)	P.B. (kg)	NDT (kg)	Cálcio (kg)	Fósforo (kg)
350	7,0	0,83	4,0	0,023	0,014
400	8,0	0,88	4,2	0,026	0,016
450	9,0	0,93	4,5	0,030	0,018
500	10,0	0,98	4,9	0,033	0,020
550	11,0	1,03	5,3	0,036	0,022
600	12,0	1,07	5,6	0,039	0,024
700	14,0	1,17	6,3	0,036	0,028

Quadro 7B - Cálculo das necessidades nutricionais para manutenção e prenhez de vacas leiteiras/dia (dois últimos meses de gestação) de acordo com o peso informado

Peso vivo (%)	Indica o peso médio das matrizes	P.B. (kg)	NDT (kg)	Ca (kg)	P (kg)
350	0,0	0,00	0,00	0,000	0,000
400	0,0	0,00	0,00	0,000	0,000
450	1,0	0,93	4,53	0,030	0,018
500	0,0	0,00	0,00	0,000	0,000
550	0,0	0,00	0,00	0,000	0,000
600	0,0	0,00	0,00	0,000	0,000
700	0,0	0,00	0,00	0,000	0,000

Quadro 8B - Exigência nutricional total de uma vaca seca de acordo com os dados informados

	M.S. (kg)	P.B. (kg)	NDT (kg)	Ca (kg)	P (kg)
Total requerido	9,00	0,93	4,53	0,030	0,018

Quadro 9B - Composição nutricional média das forragens verdes, raízes e outros

Forragens verdes, raízes e outros	M.S. (%)	P.B. (%)	NDT (%)	Ca (%)	P (%)
Aveia (antes de espigar)	16,10	2,90	9,10	0,06	0,09
Cana-de-açúcar	24,30	0,72	9,47	0,13	0,04
Cana-de-açúcar (0,8% uréia)	25,08	2,90	9,47	0,13	0,04
Capim braquiária brizantha	20,80	7,31	52,50	0,35	0,15
Capim braquiária decumbens	21,38	7,25	51,70	0,26	0,12
Capim colômbio	28,29	7,12	43,33	0,43	0,23
Capim elefante (corte 45 dias)	16,25	1,36	9,32	0,52	0,13
Capim elefante (corte 90 dias)	18,58	1,16	8,21	0,30	0,08
Capim elefante napier (média, pasto)	15,41	10,27	52,91	0,11	0,25
Capim gordura	30,24	7,19	46,80	0,24	0,13
Capim jaraguá	29,94	6,36	47,50	0,43	0,12
Capim pangola	27,50	5,87	57,53	0,40	0,11
Capim tifton	23,70	10,20	43,90	0,36	0,20
Mandioca (ramas e raízes)	25,80	1,00	17,60	0,18	0,06
Mandioca (raiz)	32,60	1,15	25,70	0,16	0,04
Sorgo	24,90	1,50	17,30	0,09	0,03

Fonte: CAMPOS (1995) e NRC (2001).

Quadro 10B - Composição nutricional média das silagens

Tipos	M.S. (%)	P.B. (%)	NDT (%)	Ca (%)	P (%)
Cana	29,60	1,50	14,80	0,10	0,08
Capim + melação	35,00	4,20	19,80	0,32	0,12
Capim elefante	27,10	1,10	11,90	0,20	0,09
Girassol	32,10	3,01	20,13	0,11	0,06
Milho	32,50	2,45	21,24	0,04	0,06
Sorgo	32,00	2,01	19,95	0,14	0,04

Fonte: CAMPOS (1995) e NRC (2001).

Quadro 11B - Composição nutricional média dos alimentos concentrados

Alimentos	M.S. (%)	P.B. (%)	NDT (%)	Ca (%)	P (%)
Algodão, caroço	80,36	23,56	77,64	0,17	0,60
Algodão, farelo	89,85	30,67	63,91	0,26	0,95
Algodão, farelo com casca (30% casca)	89,91	25,00	52,00	0,17	0,64
Amendoim, farelo	92,30	51,80	74,80	0,20	0,64
Arroz, farelo	90,60	15,50	84,80	0,07	1,78
Aves, cama galinheiro	84,00	23,80	50,00	2,80	1,10
Aves, cama de frango	82,31	18,84	61,00	3,00	1,30
Babaçu, farelo	92,80	24,20	82,00	0,13	0,71
Carne, farinha	93,20	46,09	79,60	8,86	4,20
Carne e ossos, farinha	92,51	46,73	61,90	10,60	4,73
Centeio, farelo	89,00	11,90	72,00	0,07	0,34
Cevada, farelo	91,00	12,40	82,70	0,06	0,39
Citrus, farelo de polpa	85,80	6,90	79,80	1,92	0,12
Coco, farelo	93,00	20,40	77,00	0,21	0,61
Feijão	89,00	23,00	78,00	0,09	0,37
Girassol, farelo	94,30	49,50	71,00	0,26	1,22
Girassol, farelo com casca	93,00	41,00	65,00	0,43	1,04
Girassol, sementes	93,60	16,80	76,00	0,17	0,52
Leite soro em pó	95,78	15,96	46,00	0,12	0,10
Mandioca, raspa integral	88,60	4,50	75,00	0,17	0,09
Melaço de cana	72,75	3,14	69,75	1,10	0,14
Milho, grão	88,10	9,40	88,70	0,04	0,30
Milho desintegrado com sabugo	89,20	8,40	83,50	0,06	0,29
Milho desintegrado com palha e sabugo	89,30	8,26	69,10	0,01	0,25
Soja, farelo	88,62	47,90	81,00	0,40	0,71
Sorgo, grão	87,44	9,66	80,60	0,07	0,35
Trigo, farelo	87,47	16,58	88,00	0,04	0,42
Trigo, farelinho	90,00	15,30	73,00	0,09	1,02
Uréia (equivalente em proteína)	98,80	273,63	-	-	-
Fosfato bicálcico	98,60	-	-	23,30	18,00
Fosfato de sódio monobásico	-	-	-	-	21,80
Pedra calcária	99,97	-	-	38,00	-

Fonte: CAMPOS (1995) e NRC (2001).

Quadro 12B - Cálculo da produção de matéria seca/hectare (arrendado)/período do ano, de acordo com a capacidade de suporte

Tipo de pasto	Capacidade suporte		IMS (kg/cab.)	Quantidade MS consumida na ração (kg)		Produção (consumo efetivo)	
	Águas	Seca		Águas	Seca	Águas (kg MS)	Seca (kg MS)
Brachiaria brizantha	0	0	14,22	4,5	4,5	0	0
Brachiaria decumbens	0	0	14,22	4,5	4,5	0	0
Colonião	0	0	14,22	4,5	4,5	0	0
Elefante napier	0	0	14,22	4,5	4,5	0	0
Gordura	0	0	14,22	4,5	4,5	0	0
Jaraguá	0	0	14,22	4,5	4,5	0	0
Pangola	0	0	14,22	4,5	4,5	0	0

Quadro 13B - Cálculo da produção de matéria seca/hectare (próprio)/período do ano, de acordo com a capacidade de suporte

Tipo de pasto	Capacidade suporte		IMS (kg/cab.)	Quantidade MS consumida na ração (kg)		Produção (consumo efetivo)	
	Águas	Seca		Águas	Seca	Águas	Seca
Brachiaria brizantha	2,0	1,0	14,22	4,5	4,5	4.368	1.773
Brachiaria decumbens	2,0	1,0	14,22	4,5	4,5	4.368	1.773
Colonião	0,0	0,0	14,22	4,5	4,5	0	0
Gordura	1,0	0,0	14,22	4,5	4,5	1.773	0
Jaraguá	0,0	0,0	14,22	4,5	4,5	0	0
Pangola	0,0	0,0	14,22	4,5	4,5	0	0
Tifton	0,0	0,0	14,22	4,5	4,5	0	0

## APÊNDICE C

### RELATÓRIO DE RESPOSTAS DO CENÁRIO 1

Quadro 1C - Relatório de respostas resumido do cenário 1

	Unidade	Quantidade		Unidade	Quantidade
Renda mensal (margem bruta)	(R\$/mês)	3.524,54	Número de vacas total	(cab.)	61
Produção de leite diária	(litros/dia)	800	Número de vacas em lactação	(cab.)	53
<b>Mão-de-obra utilizada com manejo das vacas</b>			<b>Arrendamento de terra</b>		
Ordenhador	(d.h./ano)	730	Para terceiros	(ha)	0,0
Serviços gerais	(d.h./ano)	577	Pastos de terceiros	(ha)	0,0
<b>Alimentação de vaca em lactação no período das águas</b>			<b>Alimentação de vaca seca no período das águas</b>		
Concentrado	(kg/vaca/dia)	3,8	Concentrado	(kg/vaca/dia)	2,0
Volumoso (comprado + produzido)		46,5	Volumoso (comprado + produzido)		36,3
Cana-de-açúcar + uréia	(kg/vaca/dia)	0,0	Cana-de-açúcar + uréia	(kg/vaca/dia)	0,0
Capim elefante picado	(kg/vaca/dia)	11,1	Capim elefante picado	(kg/vaca/dia)	0,0
Mandioca (ramas/raízes) picada	(kg/vaca/dia)	0,0	Mandioca (ramas/raízes) picada	(kg/vaca/dia)	0,0
Mandioca (raízes) picada	(kg/vaca/dia)	0,0	Mandioca (raízes) picada	(kg/vaca/dia)	0,0
Sorgo forrageiro	(kg/vaca/dia)	0,0	Sorgo forrageiro	(kg/vaca/dia)	0,0
Silagens	(kg/vaca/dia)	16,1	Silagens	(kg/vaca/dia)	0,0
Pasto	(kg/vaca/dia)	19,3	Pasto	(kg/vaca/dia)	36,3
Pasto	(ha)	8,6	Pasto	(ha)	2,4

Quadro 1C, Cont.

91

	Unidade	Quantidade		Unidade	Quantidade
<b>Alimentação de vaca em lactação no período da seca</b>			<b>Alimentação de vaca seca no período da seca</b>		
Concentrado	(kg/vaca/dia)	5,8	Concentrado	(kg/vaca/dia)	1,5
Volumoso (comprado + produzido)		32,5	Volumoso (comprado + produzido)		33,5
Aveia	(kg/vaca/dia)	0,0	Aveia	(kg/vaca/dia)	0,0
Cana-de-açúcar + uréia	(kg/vaca/dia)	6,5	Cana-de-açúcar + uréia	(kg/vaca/dia)	18,8
Capim elefante picado	(kg/vaca/dia)	0,0	Capim elefante picado	(kg/vaca/dia)	0,0
Mandioca (ramas/raízes) picada	(kg/vaca/dia)	0,0	Mandioca (ramas/raízes) picada	(kg/vaca/dia)	0,0
Mandioca (raízes) picada	(kg/vaca/dia)	0,0	Mandioca (raízes) picada	(kg/vaca/dia)	0,0
Sorgo forrageiro	(kg/vaca/dia)	0,0	Sorgo forrageiro	(kg/vaca/dia)	0,0
Silagens	(kg/vaca/dia)	18,2	Silagens	(kg/vaca/dia)	0,0
Pasto	(kg/vaca/dia)	7,8	Pasto	(kg/vaca/dia)	14,7
Pasto	(ha)	8,6	Pasto	(ha)	2,4
<b>Plantio de pastagens</b>			<b>Plantio de culturas forrageiras</b>		
Brachiaria brizantha	(ha)	11,0	Aveia	(ha)	0,0
Brachiaria decumbens	(ha)	0,0	Cana-de-açúcar	(ha)	1,5
Capim colônia	(ha)	0,0	Capim elefante	(ha)	1,2
Capim gordura	(ha)	0,0	Mandioca	(ha)	0,0
Capim jaraguá	(ha)	0,0	Girassol	(ha)	0,0
Capim pangola	(ha)	0,0	Milho	(ha)	8,4
Capim tifton	(ha)	0,0	Sorgo	(ha)	0,0

Quadro 2C - Relatório de respostas completo do cenário 1

	Unidade	Quantidade		Unidade	Quantidade
Produção diária de leite	(litros/dia)	800	<b>Número de matrizes</b>		
<b>Mão-de-obra fixa utilizada para manejo de vacas</b>			Vacas total	(cab.)	61
Ordenhador	(d.h./ano)	730	Vacas em lactação	(cab.)	53
Serviços gerais	(d.h./ano)	292	Vacas secas	(cab.)	8
<b>Contratação de mão-de-obra temporária para manejo de vacas</b>			<b>Arrendamento de terra</b>		
Ordenhador	(d.h./ano)	0	Para terceiros	(ha)	0,0
Serviços gerais	(d.h./ano)	285	Pastos de terceiros	(ha)	0,0
<b>Produção/compra de alimentos no período das águas</b>			<b>Produção/compra de alimentos no período da seca</b>		
<b>Concentrados</b>			<b>Concentrados</b>		
Concentrado A	(t)	0,0	Concentrado A	(t)	0,0
Concentrado B	(t)	37,0	Concentrado B	(t)	56,9
Concentrado C	(t)	0,0	Concentrado C	(t)	0,0
<b>Volumoso (produzido na fazenda)</b>			<b>Volumoso (produzido na fazenda)</b>		
Aveia	(t)	0,0	Aveia	(t)	0,0
Cana-de-açúcar picada	(t)	0,0	Cana-de-açúcar picada	(t)	62,9
Capim elefante picado	(t)	108,0	Capim elefante picado	(t)	0,0
Mandioca (ramas/raízes) picada	(t)	0,0	Mandioca (ramas/raízes) picada	(t)	0,0
Silagem de girassol	(t)	0,0	Silagem de girassol	(t)	0,0
Silagem de milho	(t)	156,9	Silagem de milho	(t)	177,6
Silagem de sorgo	(t)	0,0	Silagem de sorgo	(t)	0,0
<b>Volumoso (comprado)</b>			<b>Volumoso (comprado)</b>		
Aveia	(t)	0,0	Aveia	(t)	0,0
Cana-de-açúcar	(t)	0,0	Cana-de-açúcar	(t)	0,0
Capim elefante	(t)	0,0	Capim elefante	(t)	0,0
Mandioca (ramas/raízes)	(t)	0,0	Mandioca (ramas/raízes)	(t)	0,0
Mandioca (raiz)	(t)	0,0	Mandioca (raiz)	(t)	0,0

Quadro 2C, Cont.

93

	Unidade	Quantidade		Unidade	Quantidade
Sorgo	(t)	0,0	Sorgo	(t)	0,0
Silagem de cana	(t)	0,0	Silagem de cana	(t)	0,0
Silagem de capim + melaço	(t)	0,0	Silagem de capim + melaço	(t)	0,0
Silagem de capim elefante	(t)	0,0	Silagem de capim elefante	(t)	0,0
Silagem de girassol	(t)	0,0	Silagem de girassol	(t)	0,0
Silagem de milho	(t)	0,0	Silagem de milho	(t)	0,0
Silagem de sorgo	(t)	0,0	Silagem de sorgo	(t)	0,0
Plantio forragens (ha)			Plantio forragens (ha)		
Brachiaria brizantha	(ha)	11,0	Aveia	(ha)	0,0
Brachiaria decumbens	(ha)	0,0	Cana-de-açúcar	(ha)	1,5
Capim colonião	(ha)	0,0	Capim elefante	(ha)	1,2
Capim gordura	(ha)	0,0	Mandioca	(ha)	0,0
Capim jaraguá	(ha)	0,0	Girassol	(ha)	0,0
Capim pangola	(ha)	0,0	Milho	(ha)	8,4
Capim tifton	(ha)	0,0	Sorgo	(ha)	0,0

Quadro 3C - Planilha de custo do leite do cenário 1

Especificação	Unidade	Total da atividade leiteira (R\$/ano)	Total do leite	
			R\$/ano	R\$/litro
<b>1. RENDA BRUTA - RB</b>				
Leite	R\$	113.880,00	113.880,00	0,390
Arrendamento de terra para terceiros	R\$	-	-	-
<b>Total</b>	<b>R\$</b>	<b>113.880,00</b>	<b>113.880,00</b>	<b>0,390</b>
<b>2. CUSTO OPERACIONAL EFETIVO - COE</b>				
Mão-de-obra fixa contratada p/ manejo do rebanho	R\$	6.643,00	6.643,00	0,0228
Mão-de-obra temporária para manejo do rebanho	R\$	1.993,53	1.993,53	0,0068
Substituição de matrizes	R\$	3.499,12	3.499,12	0,0120
Pastagens (própria)	R\$	593,76	593,76	0,0020
Pastagens (arrendada)	R\$	-	-	-
Capineiras (produção)	R\$	240,00	240,00	0,0008
Capineiras (compra)	R\$	-	-	-
Cana-de-açúcar (produção)	R\$	360,00	360,00	0,0012
Cana-de-açúcar (compra)	R\$	-	-	-
Outras forrageiras não anuais (produção)	R\$	-	-	-
Outras forrageiras não anuais (compra)	R\$	-	-	-
Silagem (produção)	R\$	10.034,31	10.034,31	0,0344
FORAGEIRAS DE INVERNO (PRODUÇÃO)	R\$	-	-	-
FORAGEIRAS DE INVERNO (COMPRA)	R\$	-	-	-
Concentrados (produção/compra)	R\$	28.667,92	28.667,92	0,0982
Medicamentos	R\$	2.423,70	2.423,70	0,0083
Hormônios	R\$	-	-	-
Minerais (sal mineral, sal comum, concentr. mineral)	R\$	1.034,80	1.034,80	0,0035
Inseminação artificial	R\$	5.467,40	5.467,40	0,0187
Material de ordenha	R\$	-	-	-
Energia e combustível	R\$	1.761,78	1.761,78	0,0060
Reparos (benfeitorias, máquinas e outros)	r\$	4.059,73	4.059,73	0,0139
Impostos e taxas	R\$	2.091,04	2.091,04	0,0072
Transporte do leite	R\$	2.550,12	2.550,12	0,0087
<b>Total do COE</b>	<b>R\$</b>	<b>71.420,22</b>	<b>71.420,22</b>	<b>0,245</b>
<b>3. INDICADORES DE RESULTADOS</b>				
3.1. Margem bruta (RB - COE)	R\$	42.294,54		
3.2. Margem bruta unitária (RB - COE)	R\$/litro	0,145		
3.3. Margem bruta/área	R\$/ha	1.896,62		
3.4. Margem bruta/vaca em lactação	R\$/cab.	793,02		
3.5. Margem bruta/total de vacas	R\$/cab.	690,70		

## APÊNDICE D

### RELATÓRIO DE RESPOSTAS DO CENÁRIO 2

Quadro 1D - Relatório de respostas do cenário 2

95

	Unidade	Quantidade		Unidade	Quantidade
Renda mensal (margem bruta)	(R\$/mês)	2.059,69	Número de vacas total	(cab.)	31
Produção de leite diária	(litros/dia)	405	Número de vacas em lactação	(cab.)	27
<b>Mão-de-obra utilizada com manejo das vacas</b>			<b>Arrendamento de terra</b>		
Ordenhador	(d.h./ano)	370	Para terceiros	(ha)	0,0
Serviços gerais	(d.h./ano)	292	Pastos de terceiros	(ha)	0,0
<b>Alimentação de vaca em lactação no período das águas</b>			<b>Alimentação de vaca seca no período das águas</b>		
Concentrado	(kg/vaca/dia)	3,9	Concentrado	(kg/vaca/dia)	2,0
Volumoso (comprado + produzido)		56,8	Volumoso (comprado + produzido)		36,3
Cana-de-açúcar + uréia	(kg/vaca/dia)	0,0	Cana-de-açúcar + uréia	(kg/vaca/dia)	0,0
Capim elefante picado	(kg/vaca/dia)	13,4	Capim elefante picado	(kg/vaca/dia)	0,0
Mandioca (ramas/raízes) picada	(kg/vaca/dia)	0,0	Mandioca (ramas/raízes) picada	(kg/vaca/dia)	0,0
Mandioca (raízes) picada	(kg/vaca/dia)	0,0	Mandioca (raízes) picada	(kg/vaca/dia)	0,0
Sorgo forrageiro	(kg/vaca/dia)	0,0	Sorgo forrageiro	(kg/vaca/dia)	0,0
Silagens	(kg/vaca/dia)	0,0	Silagens	(kg/vaca/dia)	0,0
Pasto	(kg/vaca/dia)	43,4	Pasto	(kg/vaca/dia)	36,3
Pasto	(ha)	9,8	Pasto	(ha)	1,2

Quadro 1D, Cont.

96

	Unidade	Quantidade		Unidade	Quantidade
<b>Alimentação de vaca em lactação no período da seca</b>			<b>Alimentação de vaca seca no período da seca</b>		
Concentrado	(kg/vaca/dia)	6,3	Concentrado	(kg/vaca/dia)	1,5
Volumoso (comprado + produzido)		37,4	Volumoso (comprado + produzido)		33,5
Aveia	(kg/vaca/dia)	0,0	Aveia	(kg/vaca/dia)	0,0
Cana-de-açúcar + uréia	(kg/vaca/dia)	15,5	Cana-de-açúcar + uréia	(kg/vaca/dia)	18,8
Capim elefante picado	(kg/vaca/dia)	0,0	Capim elefante picado	(kg/vaca/dia)	0,0
Mandioca (ramas/raízes) picada	(kg/vaca/dia)	0,0	Mandioca (ramas/raízes) picada	(kg/vaca/dia)	0,0
Mandioca (raízes) picada	(kg/vaca/dia)	0,0	Mandioca (raízes) picada	(kg/vaca/dia)	0,0
Sorgo forrageiro	(kg/vaca/dia)	0,0	Sorgo forrageiro	(kg/vaca/dia)	0,0
Silagens	(kg/vaca/dia)	4,3	Silagens	(kg/vaca/dia)	0,0
Pasto	(kg/vaca/dia)	17,6	Pasto	(kg/vaca/dia)	14,7
Pasto	(ha)	9,8	Pasto	(ha)	1,2
<b>Plantio de pastagens</b>			<b>Plantio de culturas forrageiras</b>		
Brachiaria brizantha	(ha)	11,0	Aveia	(ha)	0,0
Brachiaria decumbens	(ha)	0,0	Cana-de-açúcar	(ha)	1,5
Capim colômbio	(ha)	0,0	Capim elefante	(ha)	0,7
Capim gordura	(ha)	0,0	Mandioca	(ha)	0,0
Capim jaraguá	(ha)	0,0	Girassol	(ha)	0,0
Capim pangola	(ha)	0,0	Milho	(ha)	0,5
Capim tifton	(ha)	0,0	Sorgo	(ha)	0,0

Quadro 2D - Planilha de custo do leite do cenário 2

Especificação	Unidade	Total da atividade leiteira (R\$/ano)	Total do leite	
			R\$/ano	R\$/litro
<b>1. RENDA BRUTA - RB</b>				
Leite	R\$	57.651,75	57.651,75	0,390
Arrendamento de terra para terceiros	R\$	-	-	-
<b>Total</b>	<b>R\$</b>	<b>57.651,75</b>	<b>57.651,75</b>	<b>0,390</b>
<b>2. CUSTO OPERACIONAL EFETIVO - COE</b>				
Mão-de-obra fixa contratada p/ manejo do rebanho	R\$	4.228,07	4.228,07	0,0286
Mão-de-obra temporária para manejo do rebanho	R\$	-	-	-
Substituição de matrizes	R\$	1.771,43	1.771,43	0,0120
Pastagens (própria)	R\$	675,35	685,35	0,0046
Pastagens (arrendada)	R\$	-	-	-
Capineiras (produção)	R\$	146,51	146,51	0,0010
Capineiras (compra)	R\$	-	-	-
Cana-de-açúcar (produção)	R\$	360,00	360,00	0,0024
Cana-de-açúcar (compra)	R\$	-	-	-
Outras forrageiras não anuais (produção)	R\$	-	-	-
Outras forrageiras não anuais (compra)	R\$	-	-	-
Silagem (produção)	R\$	633,94	633,94	0,0043
Silagem (compra)	R\$	-	-	-
FORAGEIRAS DE INVERNO (produção)	R\$	-	-	-
FORAGEIRAS DE INVERNO (compra)	R\$	-	-	-
Concentrados (produção/compra)	R\$	15.221,00	15.221,00	0,1030
Medicamentos	R\$	1.227,00	1.227,00	0,0083
Hormônios	R\$	-	-	-
Minerais (sal mineral, sal comum, concentr. mineral)	R\$	523,87	523,87	0,0035
Inseminação artificial	R\$	2.767,87	2.767,87	0,0187
Material de ordenha	R\$	-	-	-
Energia e combustível	R\$	891,90	891,90	0,0060
Reparos (benfeitorias, máquinas e outros)	r\$	2.055,24	2.055,24	0,0139
Impostos e taxas	R\$	1.058,59	1.058,59	0,0072
Transporte do leite	R\$	1.291,00	1.291,00	0,0087
<b>Total do COE</b>	<b>R\$</b>	<b>32.851,76</b>	<b>32.851,76</b>	<b>0,222</b>
<b>3. INDICADORES DE RESULTADOS</b>				
3.1. Margem bruta (RB - COE)	R\$	24.716,34		
3.2. Margem bruta unitária (RB - COE)	R\$/litro	0,167		
3.3. Margem bruta/área	R\$/ha	1.108,36		
3.4. Margem bruta/vaca em lactação	R\$/cab.	915,42		
3.5. Margem bruta/total de vacas	R\$/cab.	797,30		

## APÊNDICE E

### RELATÓRIO DE RESPOSTAS DO CENÁRIO 3

Quadro 1E - Relatório de respostas do cenário 3

86

	Unidade	Quantidade		Unidade	Quantidade
Renda mensal (margem bruta)	(R\$/mês)	1.858,45	Número de vacas total	(cab.)	31
Produção de leite diária	(litros/dia)	405	Número de vacas em lactação	(cab.)	27
<b>Mão-de-obra utilizada com manejo das vacas</b>			<b>Arrendamento de terra</b>		
Ordenhador	(d.h./ano)	730	Para terceiros	(ha)	0,0
Serviços gerais	(d.h./ano)	292	Pastos de terceiros	(ha)	0,0
<b>Alimentação de vaca em lactação no período das águas</b>			<b>Alimentação de vaca seca no período das águas</b>		
Concentrado	(kg/vaca/dia)	3,9	Concentrado	(kg/vaca/dia)	2,0
Volumoso (comprado + produzido)		56,8	Volumoso (comprado + produzido)		36,3
Cana-de-açúcar + uréia	(kg/vaca/dia)	0,0	Cana-de-açúcar + uréia	(kg/vaca/dia)	0,0
Capim elefante picado	(kg/vaca/dia)	13,4	Capim elefante picado	(kg/vaca/dia)	0,0
Mandioca (ramas/raízes) picada	(kg/vaca/dia)	0,0	Mandioca (ramas/raízes) picada	(kg/vaca/dia)	0,0
Mandioca (raízes) picada	(kg/vaca/dia)	0,0	Mandioca (raízes) picada	(kg/vaca/dia)	0,0
Sorgo forrageiro	(kg/vaca/dia)	0,0	Sorgo forrageiro	(kg/vaca/dia)	0,0
Silagens	(kg/vaca/dia)	0,0	Silagens	(kg/vaca/dia)	0,0
Pasto	(kg/vaca/dia)	43,4	Pasto	(kg/vaca/dia)	36,3
Pasto	(ha)	9,8	Pasto	(ha)	1,2

Quadro 1E, Cont.

66

	Unidade	Quantidade		Unidade	Quantidade
<b>Alimentação de vaca em lactação no período da seca</b>			<b>Alimentação de vaca seca no período da seca</b>		
Concentrado	(kg/vaca/dia)	6,3	Concentrado	(kg/vaca/dia)	1,5
Volumoso (comprado + produzido)		37,4	Volumoso (comprado + produzido)		33,5
Aveia	(kg/vaca/dia)	0,0	Aveia	(kg/vaca/dia)	0,0
Cana-de-açúcar + uréia	(kg/vaca/dia)	15,5	Cana-de-açúcar + uréia	(kg/vaca/dia)	18,8
Capim elefante picado	(kg/vaca/dia)	0,0	Capim elefante picado	(kg/vaca/dia)	0,0
Mandioca (ramas/raízes) picada	(kg/vaca/dia)	0,0	Mandioca (ramas/raízes) picada	(kg/vaca/dia)	0,0
Mandioca (raízes) picada	(kg/vaca/dia)	0,0	Mandioca (raízes) picada	(kg/vaca/dia)	0,0
Sorgo forrageiro	(kg/vaca/dia)	0,0	Sorgo forrageiro	(kg/vaca/dia)	0,0
Silagens	(kg/vaca/dia)	4,3	Silagens	(kg/vaca/dia)	0,0
Pasto	(kg/vaca/dia)	17,6	Pasto	(kg/vaca/dia)	14,7
Pasto	(ha)	9,8	Pasto	(ha)	1,2
<b>Plantio de pastagens</b>			<b>Plantio de culturas forrageiras</b>		
Brachiaria brizantha	(ha)	11,0	Aveia	(ha)	0,0
Brachiaria decumbens	(ha)	0,0	Cana-de-açúcar	(ha)	1,5
Capim colônia	(ha)	0,0	Capim elefante	(ha)	0,7
Capim gordura	(ha)	0,0	Mandioca	(ha)	0,0
Capim jaraguá	(ha)	0,0	Girassol	(ha)	0,0
Capim pangola	(ha)	0,0	Milho	(ha)	0,5
Capim tifton	(ha)	0,0	Sorgo	(ha)	0,0

Quadro 2E - Planilha de custo do leite do cenário 3

Especificação	Unidade	Total da atividade leiteira (R\$/ano)	Total do leite	
			R\$/ano	R\$/litro
<b>1. RENDA BRUTA - RB</b>				
Leite	R\$	57.651,75	57.651,75	0,390
Arrendamento de terra para terceiros	R\$	-	-	-
<b>Total</b>	<b>R\$</b>	<b>57.651,75</b>	<b>57.651,75</b>	<b>0,390</b>
<b>2. CUSTO OPERACIONAL EFETIVO - COE</b>				
Mão-de-obra fixa contratada p/ manejo do rebanho	R\$	6.643,00	6.643,00	0,0449
Mão-de-obra temporária para manejo do rebanho	R\$	(0,00)	(0,00)	(0,0000)
Substituição de matrizes	R\$	1.771,43	1.771,43	0,0120
Pastagens (própria)	R\$	675,35	685,35	0,0046
Pastagens (arrendada)	R\$	-	-	-
Capineiras (produção)	R\$	146,51	146,51	0,0010
Capineiras (compra)	R\$	-	-	-
Cana-de-açúcar (produção)	R\$	360,00	360,00	0,0024
Cana-de-açúcar (compra)	R\$	-	-	-
Outras forrageiras não anuais (produção)	R\$	-	-	-
Outras forrageiras não anuais (compra)	R\$	-	-	-
Silagem (produção)	R\$	633,94	633,94	0,0043
Silagem (compra)	R\$	-	-	-
FORAGEIRAS DE INVERNO (produção)	R\$	-	-	-
FORAGEIRAS DE INVERNO (compra)	R\$	-	-	-
Concentrados (produção/compra)	R\$	15.221,00	15.221,00	0,1030
Medicamentos	R\$	1.227,00	1.227,00	0,0083
Hormônios	R\$	-	-	-
Minerais (sal mineral, sal comum, concentr. mineral)	R\$	523,87	523,87	0,0035
Inseminação artificial	R\$	2.767,87	2.767,87	0,0187
Material de ordenha	R\$	-	-	-
Energia e combustível	R\$	891,90	891,90	0,0060
Reparos (benfeitorias, máquinas e outros)	r\$	2.055,24	2.055,24	0,0139
Impostos e taxas	R\$	1.058,59	1.058,59	0,0072
Transporte do leite	R\$	1.291,00	1.291,00	0,0087
<b>Total do COE</b>	<b>R\$</b>	<b>35.266,69</b>	<b>35.266,69</b>	<b>0,239</b>
<b>3. INDICADORES DE RESULTADOS</b>				
3.1. Margem bruta (RB - COE)	R\$	22.301,40		
3.2. Margem bruta unitária (RB - COE)	R\$/litro	0,151		
3.3. Margem bruta/área	R\$/ha	1.000,06		
3.4. Margem bruta/vaca em lactação	R\$/cab.	825,98		
3.5. Margem bruta/total de vacas	R\$/cab.	719,40		

## **APÊNDICE F**

Interessados em obter o sistema de apoio à decisão desenvolvido neste estudo deverão entrar em contato com o Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa, indicando o título e o autor da tese.

### **Endereço**

Departamento de Economia Rural  
Universidade Federal de Viçosa  
36571-000 - Viçosa - MG