



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

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

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search  
<http://ageconsearch.umn.edu>  
[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

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

*No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.*

# APLICAÇÃO DE SISTEMA DE APOIO À DECISÃO NO PLANEJAMENTO DE PEQUENAS PROPRIEDADES PRODUTORAS DE LEITE DA MICRORREGIÃO DE VIÇOSA - MG

*Clarisse Maia Lana<sup>1</sup>*  
*Aziz Galvão da Silva Júnior<sup>2</sup>*  
*Wilson da Cruz Vieira<sup>3</sup>*

**Resumo** - A pecuária de leite nacional, nos últimos anos, vem passando por importantes transformações, 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 na alocação de recursos de pequenas propriedades produtoras de leite da microrregião de Viçosa - MG, visando à melhoria da rentabilidade na atividade leiteira. O sistema desenvolvido permite alocar os recursos (terra, mão-de-obra e animais) disponíveis, para a maximização da margem bruta anual por meio de um modelo de programação linear, e facilita a análise econômica dos sistemas de produção, mediante uma planilha de custo que é gerada pelos resultados do modelo. O SAD foi testado com dados de uma propriedade típica da região e mostrou-se útil 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.

**Palavras-Chave:** Produção de leite, sistema de apoio à decisão, alocação de recursos, programação linear.

<sup>1</sup> Mestra em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa. Endereço: Av. Governador Valadares, 1664/105 – Centro, UnaF – MG. CEP 38.610-000. E-mail:clarisselana@bol.com.br.

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Economia Rural, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa – MG. CEP 36.570-000. E-mail: aziz@ufv.br.

<sup>3</sup> Professor do Departamento de Economia Rural, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa – MG. CEP 36.570-000. E-mail: wvieira@ufv.br.

Recebido em 29/04/2003 Aceito em 02/07/2003

## **1. Introdução**

A pecuária de leite nacional, nos últimos anos, vem passando por importantes transformações. Este fato se deve às mudanças ocorridas no ambiente econômico do país, na última década, que acirraram a competitividade no setor leiteiro, conduzindo à necessidade de mudança no perfil da produção leiteira nacional.

A dificuldade de se adaptarem a um cenário de maior competição, contudo, excluiu 36% dos produtores de leite, de 1996 a 2000 (Leite Brasil, 2001). Segundo Souki (1999), as deficiências administrativas internas das empresas rurais têm significativa parcela de responsabilidade por essa situação.

Nesse novo contexto econômico, a melhoria gerencial das propriedades leiteiras é fundamental, visto que a busca por sistemas produtivos eficientes e sustentáveis irá depender, principalmente, da capacidade de se tomarem decisões, de forma rápida e acertada, diante das imposições e influências que o mercado exerce sobre as empresas.

Diante desse cenário, este estudo objetivou desenvolver um sistema de apoio à decisão (SAD) para auxiliar no planejamento e na análise da eficiência econômica de sistemas de produção de leite, em propriedades típicas da microrregião de Viçosa – MG. Essas propriedades, em geral, apresentam baixa produtividade dos fatores de produção, e os produtores enfrentam dificuldades para se manterem no mercado. Os principais indicadores utilizados neste estudo foram uso da mão-de-obra, manejo da alimentação e número de vacas no rebanho.

## **2. Metodologia**

### **2.1. Referencial teórico**

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 dada

a tecnologia adotada; e eficiência alocativa, que reflete a habilidade da firma em utilizar os insumos em proporções ótimas, dados seus preços relativos. Combinando essas duas medidas, obtém-se a medida de eficiência econômica da firma.

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

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 aos estímulos de mercado, em termos de oferta, 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, o que permite aumentar, significativamente, a produção, razão por que o lucro total é maior (Gomes, 2001). Nota-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.

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

Salazar (1998) ressaltou que o grau de racionalidade 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 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.

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 e que pode auxiliar tomadores de decisão na resolução de problemas não-estruturados<sup>4</sup> ou semi-estruturados.

Os SADs 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 1).

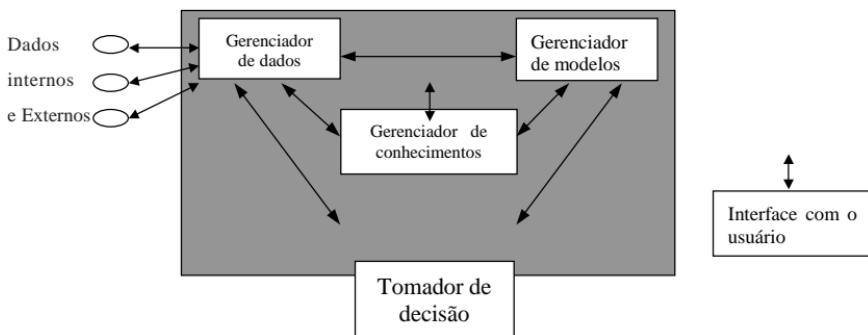


Figura 1 – Visão esquemática de um Sistema de Apoio à Decisão

Fonte: Turban e Aronson (1998).

<sup>4</sup> Problemas não-estruturados são problemas não rotineiros que apresentam sempre algo novo e, portanto, não possuem um procedimento predefinido para solucioná-los (Laudon e Laudon, 1999).

Segundo Schutzer e Pereira (1999), no gerenciador de modelos, há um conjunto de procedimentos, em geral matemáticos, que possibilitam ao usuário modelar e encontrar soluções para o problema que esteja sendo tratado. Os parâmetros para esses modelos são obtidos junto ao gerenciador de dados, que é especialmente montado para atender ao gerenciador de modelos.

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

A principal característica de um sistema de apoio à decisão é a inclusão de, pelo menos, um modelo<sup>5</sup>. 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). Para validação operacional, devem-se comparar os dados simulados com os obtidos pela observação e pela medida do sistema real (Rykiel, 1996).

O modelo utilizado neste estudo é uma das principais ferramentas usadas no planejamento para otimização de sistemas de produção, a programação linear<sup>6</sup>. Nesse caso, ela é empregada para planejar ações que dizem respeito à condução econômica da produção de leite em pequenas propriedades. 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 otimizam a margem bruta da atividade.

---

<sup>5</sup> Pidd (1996) define modelo como uma representação de parte da realidade, vista pelas pessoas que desejam usá-lo para entender, gerenciar e controlar essa parte da realidade.

<sup>6</sup> O modelo de programação linear compõe-se de um sistema de equações que abrangem diversas variáveis e cuja solução permite determinar a combinação delas e suas respectivas quantidades que tornem máxima ou mínima uma função linear (Magalhães, 1995).

## 2.2. Modelo analítico

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, visto que inclui uma ferramenta de resolução de problemas de programação linear (*Solver*).

O sistema desenvolvido permite alocar os recursos (terra, mão-de-obra e animais) disponíveis, visando à maximização da margem bruta anual, por meio do modelo de programação linear, e facilita a análise econômica dos sistemas de produção, mediante uma planilha de custo que é gerada com os resultados do modelo.

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. Desse modo, cada propriedade tem representado um sistema de produção próprio, adequado às suas disponibilidades e limitações de recursos.

O modelo 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. Do ponto de vista estritamente matemático, a programação linear determinística é um modelo que pressupõe proporcionalidade, aditividade, divisibilidade e ausência de aleatoriedade.

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

**Função Objetivo** = Maximizar Margem Bruta (MB), que é determinada pela receita bruta (RB) da atividade leiteira menos os custos operacionais efetivos<sup>7</sup> (COE) de produção.

<sup>7</sup> Custo Operacional Efetivo (COE) considera o custo de todos os recursos de produção que exigem desembolso por parte da empresa, para sua recomposição.

<sup>8</sup> O período das águas, nesta região, se refere, normalmente, aos meses de outubro a abril; e o período da seca, aos meses de maio a setembro.

## 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<sup>8</sup>)
4. Produção e compra de concentrados (diferenciada por período – águas e seca)
5. Contratação de 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 para terceiros
5. Limite de arrendamento de terra para terceiros
6. Limite de compra de alimentos volumosos
7. Mão-de-obra para manejo das vacas (dias-homen - 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.

Nota-se que o modelo desenvolvido não engloba todos os aspectos dos sistemas de produção de leite e todas as alternativas tecnológicas disponíveis. Dessa forma, a otimização do sistema de produção refere-se às atividades e restrições descritas anteriormente.

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 dessa combinação. Desse modo, pode-se comparar a situação atual com a sugerida pelo sistema.

Segundo Gomes (1999), a comparação da situação atual com uma situação ótima que poderia ser atingida, dadas as combinações de insumos ou de produtos, é importante para constatar se um processo de produção é eficiente. De acordo com Kalirajan (1982), a estimativa dessa eficiência pode auxiliar na decisão sobre a melhoria de seu desempenho, identificando-se o diferencial entre a produção potencial de uma tecnologia e

o atual nível de produção.

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. Desse 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, fixou-se o número de vacas da propriedade, ou seja, uma situação em que o produtor não teria disponibilidade de recursos para aumentar ou diminuir o número de vacas na propriedade. No terceiro, além de considerar fixo o número de vacas, incorporou-se a restrição de não diminuir o número de empregados contratados na propriedade.

Diante dessas considerações, para verificar se o desempenho econômico do sistema de produção otimizado seria satisfatório, tornou-se importante fazer uma comparação com indicadores econômicos alcançados em propriedades leiteiras consideradas eficientes no contexto regional.

Gomes (2000) desenvolveu 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 encontrados na região em estudo, cujas principais características são: a) grau de sangue do rebanho de 3/4 a 15/16 HZ (Holandês/Zebu), com predominância de 7/8 HZ; b) alimentação volumosa, na época das águas, à base de pasto adubado, e, na seca, além de pasto, suplementação com silagem; c) alimentação concentrada fornecida durante todo o ano, de acordo com a produção de cada vaca. As produtividades dos produtores-referência são descritas no Quadro 1.

**Quadro 1 – Produtividades nos sistemas de produção de leite de produtores-referência**

Especificação	Unidade	Média	Menor valor	Maior valor
Produção de leite	L / dia	1.024	580	1.860
Produção / vaca em lact.	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 pudessem servir de parâmetros para qualquer produtor na avaliação de seu sistema de produção (Quadro 2).

**Quadro 2 – 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%

### 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 (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.

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

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 vistas em abranger as características de propriedades produtoras de leite típicas da região e foi testado com dados de uma propriedade assistida pelo PDPL – RV, localizada no município de Paula Cândido - MG.

### **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 da atividade leiteira na alocação de recursos, possibilitando aumentos na margem bruta da atividade, e que fosse de fácil utilização.

Os relatórios de respostas gerados pelo SAD indicam a combinação ótima dos recursos, para todas as atividades consideradas no modelo, que maximizam a margem bruta total. Com relação à alimentação, são indicados o alimento a ser produzido, e a quantidade e a época do ano (considerando-se o período das águas e da seca) que deve ser produzido. Indica, ainda, a forma de consumo (pastejo, corte ou ensilagem), quanto deverá ser fornecido às 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 encontram-se, também, o número ótimo de vacas no rebanho, a produção diária de leite e a quantidade de mão-de-obra, em dias-homem (d.h.), necessária, no ano, à ordenha e ao manejo das vacas. A partir do modelo, foram analisadas mudanças vigentes nos sistemas de produção de leite que melhorassem sua eficiência econômica e que pudessem ser de fácil implementação. Desse modo, foi possível comparar os resultados observados junto ao produtor com os obtidos na si-

mulação dos diferentes cenários e verificar, ao nível de modelo, o impacto na renda provocado pela introdução de novas tecnologias no atual sistema de produção.

Três cenários foram analisados tendo em vista, principalmente, o comportamento da margem bruta 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.

## Cenário 1

Esse cenário é inicial e objetiva servir de base para futuras mudanças, originando os cenários subsequentes. 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 indicam, para a propriedade analisada, a possibilidade de expandir a produção diária de leite de 405 para 800 litros, aumentando o ganho por volume, e 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 ocorreram variações no custo ou no preço de produtos e limitação no uso de certos recursos, o resultado da otimização foi avaliado dentro desse contexto. Portanto, o sistema de produção foi otimizado para dada relação de preços, mantendo a tecnologia constante.

Conforme o Quadro 3, podem-se observar os indicadores econômicos atuais da propriedade e compará-los com o ótimo obtido pelo modelo de programação linear.

**Quadro 3 - Margens brutas dos sistemas de produção de leite atual e otimizado – cenário 1**

Indicadores de resultados	Atual*	Otimizada*	Variação (%)
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. Essas mudanças são relacionadas, principalmente, com aumento do número de vacas na propriedade, com alimentação dessas vacas (em lactação e secas) nos períodos das águas e da seca, com alocação das áreas para produção de volumosos e com uso mais eficiente da mão-de-obra do ordenhador.

Os resultados da simulação mostraram que é possível, praticamente, dobrar a quantidade produzida diariamente de leite, caso seja aumentado o número de vacas, mantida a mesma mão-de-obra empregada na ordenha e aumentada em 285 dias-homens, durante o ano, a mão-de-obra de serviços gerais.

Com relação à alocação das áreas, recomendam-se redução na área utilizada na produção de silagem de milho e aumento nas áreas de cana-de-açúcar e capineira (capim-elefante). Recomenda-se, ainda, que a área de pastagem natural seja substituída por pastagem cultivada e que a espécie recomendada seja 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. Esse 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.

A comparação entre o manejo alimentar atual na propriedade e a solução ótima está mostrada nos Quadros 4 e 5.

**Quadro 4 –** Comparação entre o manejo alimentar das vacas atual e a solução ótima do cenário 1, no período das águas, Kg/vaca/dia

Categoria	Alimento	Q <sup>dade</sup> Atual	Q <sup>dade</sup> 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: PDPL-RV (2001) e dados de pesquisa.

**\*Obs.:** O pasto fornecido às 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 5 –** Comparação entre o manejo alimentar das vacas atual e a solução ótima do cenário 1, no período da seca, Kg/vaca/dia

Categoria	Alimento	Q <sup>dade</sup> Atual	Q <sup>dade</sup> 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: PDPL-RV (2001) e dados de pesquisa.

O manejo alimentar atualmente adotado na propriedade apresenta maior custo por litro de leite do que o obtido pelo modelo (Quadro 6), o que mostra que é possível atender às exigências alimentares dos animais mediante uma combinação de alimentos que possui custo mais baixo.

**Quadro 6 –** 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 maior produtividade da mão-de-obra do ordenhador, o que constitui outro importante fator para redução do custo operacional efetivo (Quadro 7).

**Quadro 7 –** 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 mão-de-obra	da	Situação Atual		Situação Otimizada	
		Custo (R\$/l)	Custo da m-d-o em relação ao preço do litro de leite (%)	Custo (R\$/l)	Custo da m-d-o 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.

O Quadro 8 apresenta o custo operacional efetivo, por litro de leite da propriedade analisada, nas situações atual e ótima, e relaciona-o com o preço recebido pelo produtor.

**Quadro 8** – Custo operacional efetivo do litro de leite na propriedade analisada, ano agrícola 2000/2001, nas situações atual e otimizada - 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.

## Cenário 2

No cenário 2, considerou-se que não havia alteração no número de vacas na propriedade. Isto ocorreu muitas vezes, na prática, devido às 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 existiam no rebanho.

Nesse caso, procedeu-se à 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 era possível aumentar a margem bruta da atividade (Quadro 9).

**Quadro 9** – Margens brutas obtidas nos sistemas de produção de leite atual e otimizado - cenário 2

Indicadores de resultados	Atual*	Otimizada*	Variação (%)
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 resultou em mudanças na alimentação das vacas e na diminuição na contratação de mão-de-obra de ordenhador, que passou de 730 para 370 dias-homem.

O Quadro 10 mostra a possibilidade de redução no gasto com alimentação, considerando-se os resultados da simulação do cenário 2, em relação à situação atual da propriedade.

**Quadro 10** – Composição do custo de alimentação na propriedade analisada, dados do ano agrícola 2000/2001 e dos resultados da otimização do cenário 2

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	0,1030	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 11), que a pastagem formada é a melhor opção para suprir as exigências dos animais, com menor custo. Portanto, o pasto é utilizado até o limite permitido, enquanto o milho, para produção de silagem, é pouco utilizado, dado seu alto custo com relação a outros alimentos volumosos.

**Quadro 11** - Resultado da alocação das áreas na solução ótima do cenário 2

Plantio de forragens	Unidade	Limite	Solução ótima
Pasto (Brachiaria brizantha)	(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.

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

É importante ressaltar que, no cenário 2, apesar de a solução ótima apresentar maior margem bruta unitária do que no cenário 1, a margem bruta total no cenário 1 foi maior. Isto ocorreu porque, no cenário 1, o volume produzido de leite foi maior, o que gerou 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.

### Cenário 3

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

Nos cenários anteriores, há, também, possibilidade de se aumentar a margem bruta do atual sistema de produção (Quadro 12), mediante mudanças na alimentação dos animais e, consequentemente, na alocação de áreas para produção destes.

**Quadro 12 – Margens brutas obtidas nos sistemas de produção de leite atual e otimizado - cenário 3**

Indicadores de resultados	Atual*	Otimizada*	Variação (%)
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, verifica-se que, ao manter fixa a mão-de-obra atualmente empregada na propriedade, houve redução significativa na margem bruta total e unitária, quando comparadas com os resultados do cenário 2.

## 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 maior margem bruta unitária implica maior margem bruta total, e que, quanto mais rígido for o sistema de produção atual, há menos possibilidade de aumentar a margem bruta.

A análise dos três cenários permite identificar a influência do volume de produção no valor da margem bruta total. No Quadro 13, faz-se uma comparação entre os cenários 1, 2 e 3.

**Quadro 13 – Comparação dos resultados da otimização nos cenários 1, 2 e 3**

Especificação	Cenário 1*	Cenário 2*	Cenário 3*
Produção diária de leite (litros)	800	405	405
Margem bruta unitária (R\$/litro)	0,14	0,17	0,15
Margem bruta total (R\$)	42.339,97	25.426,91	22.674,40

Fonte: Dados de pesquisa.

\* Valores de outubro de 2001.

Nas condições específicas da propriedade estudada, mantendo-se a relação de preços e a tecnologia constantes, aumento no custo médio de produção é justificado pelo aumento do volume de leite produzido e, portanto, para obtenção de maior margem bruta total. Portanto, a decisão sobre quais mudanças realizar no sistema de produção atual deve considerar não apenas o custo médio baixo, mas também a alta capacidade de resposta, em termos de oferta, aos estímulos de mercado.

Para auxiliar na 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 ferramenta bastante útil, visto que pode melhorar as chances de acerto e, consequentemente, aumentar a capacidade competitiva da empresa.

O SAD, desenvolvido neste estudo, mostrou-se útil na comparação de estratégias diferenciadas a serem empregadas em decorrência de mudanças que possam ocorrer, sejam elas de caráter técnico, sejam de caráter econômico.

Esses resultados mostram que o uso de sistemas de apoio à decisão é promissor, pois permite antever sistemas que visem aumentar a produção e a produtividade na atividade leiteira, mediante planejamentos que orientem as características individuais das propriedades e sejam monitorados por consultores no local. Essa tecnologia pode ser utilizada, também, como ferramenta de pesquisa por meio do estudo de sensibilidade das soluções a alterações técnicas ou biológicas. Esse potencial pode ser explorado para determinar aspectos prioritários para pesquisa.

#### **4. Conclusões**

Os resultados da simulação indicaram que, nos três cenários considerados, é possível aumentar a margem bruta total e unitária da atividade leiteira. Entretanto, apesar de o primeiro cenário ter apresentado margem bruta unitária menor que os dois subseqüentes, o volume de leite produzido foi maior, o que gerou 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.

Nos dados da propriedade analisada, verificou-se que o sistema de produção de leite, ao ampliar o número de vacas no rebanho, aumentou o volume de leite produzido, e ao utilizar intensivamente volumosos de boa qualidade, com destaque para as pastagens formadas (*Brachiaria brizantha*), apresentou bom resultado econômico.

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.

Chama-se atenção, também, o fato de este trabalho poder ser estendido para a fase de cria e recria dos animais, para que se possa analisar o ciclo produtivo pecuário completo, mediante utilização de um modelo multiperiódico.

## Referências bibliográficas

**FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – FIBGE. Censo Agropecuário – Censos Econômicos de 1985.** Rio de Janeiro, v.18, 1985.

**GOMES, A.P. Impactos das transformações da produção de leite no número de produtores e requerimentos de mão-de-obra e capital.** Viçosa, MG: UFV, 1999. 161p. Tese (Doutorado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.

**GOMES, S.T. Economia da produção do leite.** Belo Horizonte: Ed. Itambé, 2000. 132 p.

**GOMES, S.T. Equilíbrio e lucro do sistema de produção de leite.** Viçosa, 19 jan. 2001.

**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.** v. 2, p. 81-101, 2000.

**HAVEMAN, R.H.; KENYON, A.K. O Sistema de Mercado.** São Paulo: Livraria Pioneira Editora, 1972.

**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.

LAUDON, K.; LAUDON, J. **Sistemas de Informação**. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1999. 389p.

LEITE BRASIL, São Paulo, 2001.(<http://www.leitebrasil.org.br>).

MAGALHÃES, G.F.P. **Planejamento da Empresa Rural – métodos de planejamento e processos de avaliação**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. 100p. (Apostila).

OLIVEIRA, G.L.; VIEIRA, W. da C.; GOMES, S.T. Caracterização e análise de indicadores de desempenho de propriedades assistidas pelo Convênio UFV/Nestlé. **Economia Rural** (a ser publicado), Viçosa, MG, 2001.

PIDD, M. **Tools for Thinking: Modelling in Management Science**. New York: John Wiley & Sons Ltda., 1996.

RESENDE FILHO, M. de A. **Desenvolvimento de um Sistema de Apoio ao Processo de Tomada de Decisão em Confinamento de Bovinos de Corte**. Viçosa, MG: UFV, 1997. 116p. Tese (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.

RYKIEL, E.J.Jr. Testing ecological models: the meaning of validation. **Ecological Modelling**, 90, p.229-244, 1996.

SALAZAR, G.T. **Administração Geral**. Lavras: UFLA / FAEPE, 1998. 156p.

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, DF: SOBER, 1999. v. 2.

SCHUTZER, E.; PEREIRA, N.A. Sistemas de Informação. In: BATALHA, M.O. (Ed.) **Gestão Agroindustrial**. 2.ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., v. 2, 1999. p.147–222.

TURBAN, E.; ARONSON, J.E. **Decision Support Systems and Intelligent Systems**. 5.ed. United States of America: Prentice Hall, 1998. 890 p.

VALE, S.M.L.R. do. **Avaliação de sistemas de informação para produtores rurais: metodologias e um estudo de caso**. Viçosa, MG: UFV, 1995. 139p. Tese (Doutorado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.

