

ADILSON HÉLIO FERREIRA

**EFICIÊNCIA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE:
UMA APLICAÇÃO DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS
NA TOMADA DE DECISÃO**

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

ADILSON HÉLIO FERREIRA

**EFICIÊNCIA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE:
UMA APLICAÇÃO DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS
NA TOMADA DE DECISÃO**

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: 06 de junho de 2002.

José Luiz Bellini Leite

Aziz Galvão da Silva Júnior

João Eustáquio de Lima

Adriano Provezano Gomes
(Conselheiro)

Sebastião Teixeira Gomes
(Orientador)

À Anna Paula, Tiago e Tomaz,

com amor, certeza e sonhos.

AGRADECIMENTO

A Deus, por mais uma conquista.

Aos meus pais, Alexandrina e José Ferreira, pelo carinho, incentivo e apoio. À Vera, Maria Helena e Roberto, por me conceder uma nova família.

À Universidade Federal de Viçosa, especialmente ao Departamento de Economia Rural, pela oportunidade.

A CAPES e a AVF, pelo apoio à pesquisa.

Ao professor Sebastião Teixeira Gomes, pela orientação, oportunidades e grande amizade.

Aos professores Carlos Arthur Barbosa da Silva e Adriano Provezano Gomes, pelos aconselhamentos.

Em especial, ao professor Maurinho Luiz dos Santos, que deu asas ao meu sonho.

Aos membros da banca examinadora, professores Aziz Galvão da Silva Júnior, João Eustáquio de Lima e Adriano Provezano Gomes e ao pesquisador José Luiz Bellini Leite, pelas considerações e importantes sugestões.

Aos produtores rurais, coordenadores dos programas PDPL-RV e Educampo, e, em especial, aos meus colegas da Equipe Prodap de Consultores em Produção Animal, pelo fornecimento do banco de dados.

Aos amigos Dr. José Carlos Motta Lemos e filhos, Francisco Del Gáudio, Sérgio Oliveira Netto, Walter Falcão de Carvalho, Alair Camilo e, em especial, Dr. Ermani Jacques Durães, pela amizade e oportunidade de conduzir juntos o trabalho e os estudos.

Aos professores, funcionários e colegas do Departamento de Economia Rural, pela amizade e pela colaboração.

BIOGRAFIA

ADILSON HÉLIO FERREIRA, filho de José Ferreira Filho e Alexandrina Vaz Ferreira, nasceu em 11 de maio de 1967 em Bom Despacho, Minas Gerais.

Iniciou seus estudos nas Ciências Agrárias na Central de Ensino e Desenvolvimento Agrário de Florestal, onde concluiu o curso Técnico em Agropecuária em janeiro de 1986.

Em 1987, ingressou na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), onde, em abril de 1992, graduou-se em Medicina Veterinária, pela Escola de Veterinária de Belo Horizonte.

Trabalhou em cooperativas agropecuárias até junho de 1993. Em agosto do mesmo ano integrou-se à Equipe Prodap, hoje, Equipe Prodap de Consultores em Produção Animal, da qual faz parte.

Presta serviços de assistência técnica e consultoria a produtores de gado de leite e de corte dos Estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Bahia, dentre os quais, orgulha-se de ainda manter os primeiros clientes.

Em 1999, constituiu a Ataagri Veterinária Ltda., microempresa familiar que atua no setor de clínica veterinária e *pet shop*, na cidade de Timóteo-MG.

Em janeiro de 2000, ingressou-se na Universidade Federal de Viçosa, onde iniciou o curso de Mestrado em Economia Aplicada no Departamento de Economia Rural, defendendo a tese em junho de 2002.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xiv
RESUMO	xv
ABSTRACT	xvii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. A cadeia agroindustrial do leite	2
1.2. O cenário da produção de leite no Brasil	3
1.3. Sistemas de produção de leite no Brasil	9
1.4. O problema e sua importância	12
1.5. Objetivos	20
1.5.1. Objetivo geral	20
1.5.2. Objetivos específicos	20
2. METODOLOGIA	22

	Página
2.1. Modelo teórico	22
2.1.1. Eficiência técnica e alocativa	22
2.1.2. Medidas de eficiência	25
2.2. Modelo analítico	29
2.2.1. Estimação de fronteiras	29
2.2.2. Modelos com retornos constantes à escala (CCR)	32
2.2.3. Modelos com retornos variáveis à escala (BCC)	35
2.2.4. Eficiência de escala	36
2.2.5. Eficiência alocativa	39
2.3. Operacionalização	40
2.3.1. Obtenção das medidas de eficiência e comparação dos sistemas	40
2.3.2. Comparação dos produtores	43
2.3.3. Importância relativa das variáveis na busca da eficiência	45
2.3.4. Estratificação dos produtores segundo escala de produção	45
2.4. Fonte dos dados	46
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
3.1. Descrição da amostra	48
3.2. Caracterização dos sistemas de produção	51
3.2.1. Recursos disponíveis	52
3.2.2. Insumos e serviços	58
3.2.3. Produtividades	65

	Página
3.2.4. Análise financeira	71
3.3. Análise envoltória de dados (DEA)	76
3.3.1. Classificação dos produtores e comparação dos sistemas	76
3.3.2. Comparação dos produtores eficientes e ineficientes	88
3.3.3. <i>Benchmarks</i> e importância relativa das variáveis na busca da eficiência	99
3.3.4. Estratificação dos produtores segundo escala de produção	109
4. RESUMO E CONCLUSÕES	112
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	116

LISTA DE TABELAS

	Página
1 Produção de leite, vacas ordenhadas e produtividade no Brasil - 1990 a 2001	4
2 Ranking dos estados de acordo com a produção - 1999	6
3 Faturamento dos maiores varejos e indústrias com atuação em laticínios e número de fornecedores das indústrias em 2000	8
4 Redução do número de estabelecimentos quando a produção de cada um cresce à taxa anual de 10% e a oferta e a demanda crescem à mesma taxa, sem redução do preço do leite	14
5 Distribuição da produção de leite nas regiões brasileiras na década de 90, em 1.000 litros	17
6 Distribuição da produção de leite nas quatro maiores mesorregiões de Minas Gerais na década de 90, em milhões de litros	18
7 Distribuição das fazendas por mesorregião e padrão racial	49
8 Produção diária por sistema de produção, em litros	51
9 Estatísticas da terra utilizada, em reais, para cada tipo de sistema de produção de leite	53

10	Estatísticas dos valores imobilizados em benfeitorias utilizadas por tipo de sistema de produção de leite, em reais	54
11	Valores imobilizados em máquinas utilizadas por tipo de sistema de produção de leite, em reais	55
12	Valores imobilizados em animais pelas propriedades leiteiras de cada sistema de produção, em reais	56
13	Valores gastos com mão-de-obra total na produção de leite de cada sistema de produção, em reais por ano	59
14	Valores gastos com alimentos volumosos na produção de leite de cada sistema de produção, em reais por ano	60
15	Valores gastos com alimentos concentrados na produção de leite de cada sistema de produção, em reais por ano	61
16	Valores gastos com a sanidade na produção de leite de cada sistema de produção, em reais por ano	63
17	Valores gastos com fluxos de serviços em benfeitorias e máquinas, na produção de leite de cada sistema de produção, em reais por ano	64
18	Produtividade da vaca em lactação de cada sistema de produção, em litros por dia	66
19	Produtividade da terra utilizada em cada sistema de produção, em litros por hectare	67
20	Produtividade da mão-de-obra de cada sistema de produção, em litros/R\$ gastos com mão-de-obra	68
21	Produtividade dos insumos gastos em cada sistema de produção, medida RB/COE	69
22	Produtividade dos insumos gastos, depreciações e gasto com mão-de-obra familiar em cada sistema de produção, medida em RB/COT	70
23	Custo operacional efetivo e total de cada sistema de produção, em centavos de real por litro	71

24	Valores da renda bruta e preços recebidos pelo produtor em cada sistema de produção	73
25	Valores da margem bruta e margem bruta unitária obtidos em cada sistema de produção	74
26	Valores da margem líquida e margem líquida unitária obtidos em cada sistema de produção	75
27	Distribuição dos produtores do sistema holandês, segundo intervalos de medidas de eficiência técnica e de escala (E), obtidas nos modelos de fluxo que utilizaram a DEA, no período avaliado	77
28	Distribuição dos produtores do sistema mestiço, segundo intervalos de medidas de eficiência técnica e de escala (E), obtidas nos modelos de fluxo que utilizaram a DEA, no período avaliado	79
29	Distribuição dos produtores do sistema zebu, segundo intervalos de medidas de eficiência técnica e de escala (E), obtidas nos modelos de fluxo que utilizaram a DEA, no período avaliado	80
30	Distribuição dos produtores do sistema holandês, segundo intervalos de medidas de eficiência técnica e de escala (E), obtidas nos modelos de estoque que utilizaram a DEA, no período avaliado	82
31	Distribuição dos produtores do sistema mestiço, segundo intervalos de medidas de eficiência técnica e de escala (E), obtidas nos modelos de estoque que utilizaram a DEA, no período avaliado	83
32	Distribuição dos produtores do sistema zebu, segundo intervalos de medidas de eficiência técnica e de escala (E), obtidas nos modelos de estoque que utilizaram a DEA, no período avaliado .	85
33	Número de produtores eficientes originais e nos agrupamentos dos sistemas de produção de leite, pressupondo retornos constantes à escala	86
34	Comparação entre produtores eficientes e ineficientes segundo tecnologia adotada, no modelo de fluxo	89

35	Comparação entre produtores eficientes e ineficientes segundo produtividade, no modelo de fluxo	90
36	Comparação entre produtores eficientes e ineficientes segundo tecnologia adotada, no modelo de fluxo	93
37	Comparação entre produtores eficientes e ineficientes no modelo de estoque	96
38	Número de fazendas ineficientes por agrupamento e número de <i>benchmarks</i> por sistema de produção, nos modelos de fluxo e estoque	100
39	Redução média nos insumos em relação ao total excedido, utilizados pelos produtores de leite ineficientes, no modelo de fluxo	102
40	Redução média nos fatores de produção em relação ao total excedido, utilizados pelos produtores de leite ineficientes, no modelo de estoque	103
41	Indicadores dos melhores <i>benchmarks</i> por sistema de produção em cada modelo e em ambos	107
42	Escala de produção em litros por dia e renda dos produtores em salário mínimo por mês	110

LISTA DE FIGURAS

		Página
1	Eficiência orientada ao insumo	26
2	Medidas de eficiência com orientação produto	29
3	Fronteira de produção	33
4	Eficiência técnica e <i>benchmarks</i>	35
5	Eficiência técnica e eficiência de escala	37

RESUMO

FERREIRA, Adilson Hélio, M.S., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2002. **Eficiência de sistemas de produção de leite: uma aplicação da análise envoltória de dados na tomada de decisão.** Orientador: Sebastião Teixeira Gomes. Conselheiros: Adriano Provezano Gomes e Carlos Arthur Barbosa da Silva.

A modernização da agricultura é progressiva. Do ponto de vista econômico, produtores que não conseguem inovar ou ajustar as suas estruturas tecnológicas e de custo diante da redução dos preços recebidos estão fadados à inviabilização do seu negócio. Neste contexto, ferramentas que quantifiquem a atividade e facilitem o processo de tomada de decisão no gerenciamento da atividade, tornam-se relevantes nos dias atuais. Os usos eficientes dos fatores de produção e dos insumos são necessários para obtenção da eficiência econômica. Esta eficiência é fundamental para que o produtor maximize o lucro, seja competitivo e possa permanecer atuando na atividade leiteira. O número de produtores de leite vem se reduzindo em todos os tipos de sistemas de produção explorados (gado holandês, mestiço e zebu). Com base nesta realidade, pode-se inferir que há ineficiências técnicas em várias unidades de produção. A construção de fronteiras de eficiência técnica para os diferentes sistemas é

possível e, a partir delas, os produtores menos eficientes poderão se orientar na busca da competitividade. A abordagem utilizada para determinação da fronteira de produção foi a análise envoltória de dados (DEA). O primeiro requisito para participar deste estudo foi a existência de registros zootécnicos e econômicos nas propriedades. Através da DEA, obtiveram-se as medidas de eficiência técnica para os modelos de fluxo monetário e estoque de capitais, objetivando análises de eficiência no curto e no longo prazo, respectivamente. Em cada análise, separaram-se os produtores (105) em dois grupos, eficientes e ineficientes. No modelo de fluxo, 51 são eficientes, com eficiência técnica igual a 100%. No modelo de estoque, 15 são eficientes, com eficiência técnica igual ou superior a 90,0% e os demais, em cada modelo, para completar o grupo de 105 produtores, foram considerados ineficientes. Os grupos de produtores, de acordo com os modelos e o padrão racial dos rebanhos, foram comparados, segundo alguns indicadores de desempenho técnico e econômico, os quais se mostraram favoráveis aos eficientes, legitimando tal classificação. Nos grupos de ineficientes, analisaram-se as possibilidades de reduções relativas das variáveis, insumos ou fatores de produção, em relação aos eficientes dos modelos de fluxo e estoque. Observou-se que a importância de cada uma correlaciona-se com a sua participação no custo operacional total ou do capital imobilizado na atividade. Através dos modelos de estoque, constatou-se a existência de investimentos indevidos na produção de leite. Apresentaram-se as fazendas referências ou *benchmarks* que mais influenciaram os resultados de eficiência, com os seus respectivos indicadores zootécnicos e econômicos. Os resultados obtidos pelos *benchmarks* indicam que a atividade é rentável e atrativa. Por fim, compararam-se os produtores eficientes e ineficientes dos sistemas de produção de gado holandês, mestiço e zebu, estratificados segundo a escala de produção, pela renda líquida disponível da atividade. Constatou-se que, para os produtores eficientes, maior escala significa maior renda. Há produtores ineficientes com renda líquida nula ou negativa, demonstrando que, para estes, é grande o risco de saída da atividade.

ABSTRACT

FERREIRA, Adilson Hélio, M.S., Universidade Federal de Viçosa, June 2002.
Efficiency of the milk production systems: an application of the data envelopment analysis in making decision Adviser: Sebastião Teixeira Gomes. Committee Members: Adriano Provezano Gomes and Carlos Arthur Barbosa da Silva.

The modernization of agriculture is progressive. Under the economic viewpoint, the producers who do not attain to innovate or adjust their technological structures as well as the costs upon the reduction in the received prices are fated to the inviability of their businesses. In this context, actually the tools that quantify the activity and facilitate the making decision process in the management of an activity become very important. The efficient use of either the production factors and inputs are necessary to attain the economic efficiency. This efficiency is fundamental so that the producer can maximize the profit, besides being competitive and able to remain acting in the dairy activity. The number of milk producers has been reducing in all types of explored production systems (Holstein, crossbred, and zebu cattle). Based on this reality, one might infer that there are technical inefficiencies in several units of production. The construction of technically efficient borders for the different systems is possible, and from them the less efficient producers will be guided in the search for

competitiveness. The data envelopment analysis (DEA) was the approach used for determination of the production border. To participate in this study, the first requirement was the availability of economic and zootechnical registers in the rural properties. Through DEA, the measures of technical efficiency for the monetary flow and capital stock models were obtained in order to accomplish the efficiency analyses in the short and long runs, respectively. In each analysis, the producers (105) were separated into two groups, that is the efficient group and the inefficient one. In flow model, 51 producers are efficient, with a technical efficiency of 100%. In stock model, 15 producers are efficient, with a technical efficiency equal or superior to 90.0%, while and the other ones in each model were considered as inefficient producers, in order to complete the group of 105 producers. The producer groups according to the models and racial pattern of the livestock were compared, based on some indicators of economic and technical performance, which were shown to be favorable to the efficient producers, therefore legitimating such a classification. In the inefficient groups, the possibilities for relative reductions in the variables, input or production factors, were analyzed in relation to the efficient ones of both flow and stock models. The importance of each one was observed to be correlated with its participation into the total operational cost or of the capital immobilized in this activity. The existence of improper investments in milk production was verified through the stock models. The reference farms or benchmarks that had more influence the efficiency were shown with their respective zootechnical and economic indicators. The results obtained by the benchmarks point out that this activity is profitable and attractive. Finally, a comparison was performed between the efficient and inefficient producers in the production systems of the Holstein, crossbred and zebu cattle, stratified according to the production scale, by the available net income in the activity. It was also verified that for the efficient producers a higher scale means a higher income. There are inefficient producers with either null or negative net income, therefore a high risk for these producers to give up the dairy activity.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a cadeia agroindustrial do leite tem grande importância econômica e social. É um dos três principais sistemas agroindustriais brasileiros, importante no suprimento de alimentos, na geração de emprego, renda e tributos para o país. A produção primária do leite é um importante elo desta cadeia e está presente em todos os estados da federação. Minas Gerais é o maior produtor e representa bem o cenário da pecuária leiteira.

De acordo com Censo Agropecuário de 1996 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA - IBGE, 2001), a produção leiteira apresenta 1.810.041 estabelecimentos com alguma atividade. São sistemas de produção heterogêneos, com diferentes níveis tecnológicos, explorados com rebanhos formados por animais de origem européia, indianos e ou mestiços, produtos de cruzamentos de animais destas duas origens.

Importantes mudanças no cenário da produção ocorreram nestes últimos anos. Estas mudanças aumentaram, sobretudo, a concorrência no setor, o que tem provocado uma significativa redução no número de produtores. Desta forma, uma melhor compreensão da dinâmica do setor produtivo são necessárias aos produtores e aos tomadores de decisão, objetivando maximizar a eficiência econômica e manter-se na atividade competitivamente.

Diante deste cenário de mudanças e da complexidade da produção leiteira, torna-se relevante a busca de ferramentas que possibilitem a análise, quantifiquem os pontos de estrangulamento e auxiliem o tomador de decisão profissional no processo de gerenciamento da atividade nas propriedades, no curto e no longo prazo.

1.1. A cadeia agroindustrial do leite

Segundo GOMES e LEITE (2001), a cadeia agroindustrial do leite é constituída pelos seguintes segmentos:

- Insumos para agropecuária e para indústria de laticínios;
- Produção primária do leite;
- Captação de matéria-prima;
- Indústrias processadoras;
- Distribuição de produtos processados;
- Mercado;
- Consumo.

A organização da cadeia se faz por meio das relações formais e informais destes componentes, permeadas pelos órgãos e instituições no plano político-institucional. É um processo dinâmico, que se apresenta em franca evolução, dadas as constantes mudanças ocorridas no setor de lácteos nesta última década, principalmente no segmento da produção primária. Estas mudanças foram impulsionadas pela desregulamentação do mercado de leite a partir de 1991, maior abertura da economia brasileira para o mercado internacional, em especial a criação do Mercosul e a estabilização econômica obtida após a implantação do Plano Real. Segundo GOMES (2000), as principais mudanças foram:

- Queda do preço recebido pelos produtores, estimada em 11% ao ano, de 1994 a 1999, devido à maior competição 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 quanto na venda de leite;
- Expressivo crescimento do consumo de leite e derivados;
- Crescimento da importação de produtos lácteos em decorrência da expansão do consumo; e
- Crescimento da coleta a granel de leite, visando a melhoria da qualidade da matéria-prima e a redução dos custos operacionais.

Esta conjuntura impõe a necessidade de ajustes em toda cadeia, sobretudo aos produtores, quanto aos seus sistemas de produção. Do ponto de vista racional, não há mais espaço para aqueles com baixa produtividade, altos custos, pouca tecnologia e ineficientes economicamente. Torna-se imprescindível que eles se profissionalizem, tornem-se empreendedores munidos de informações e estejam atentos às mudanças no mercado. Nestes termos, a propriedade rural deve ser encarada como uma empresa e, como tal, fonte geradora de lucro.

1.2. O cenário da produção de leite no Brasil

De acordo com a CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA - CNA (2002), a produção leiteira brasileira foi de 20,825 bilhões de litros de leite em 2001. A projeção para o ano 2002 é de um aumento de aproximadamente 2,0 %, ou seja, 417 milhões de litros de leite a mais, passando para 21,242 bilhões. A contribuição da produção leiteira para o valor bruto da produção (VBP) agropecuária nacional em 2001 foi de R\$ 6,946 bilhões de reais, ocupando a sexta posição no ranking da produção agropecuária.

BRANDÃO e LEITE (2001) citam que no ano 2000, o Brasil produziu 22 milhões de toneladas de leite, representando 4,5% da produção mundial. Isto classifica o Brasil como sexto maior produtor de leite do mundo. No ano de 1997, a posição ocupada pelo Brasil era a oitava, com 3,5% da produção. Esta melhor colocação no ano 2000 indica que a taxa de crescimento brasileira é superior à da produção mundial.

A Tabela 1 mostra as transformações na produção, no número de vacas ordenhadas e na produtividade ocorridas nos últimos anos, na produção primária de leite brasileira.

Tabela 1 - Produção de leite, vacas ordenhadas e produtividade no Brasil - 1990 a 2001

Ano	Produção de leite (milhões litros/ano)	Vacas ordenhadas (mil cabeças)	Produtividade (litros/vaca/ano)
1990	14.484	19.072	760
1991	15.079	19.964	755
1992	15.784	20.476	771
1993	15.591	20.023	779
1994	15.784	20.068	787
1995	16.474	20.579	800
1996	18.515	16.273	1.138
1997	18.666	17.048	1.095
1998	18.694	17.280	1.082
1999	19.070	17.395	1.096
2000	19.828 ¹	17.510 ²	1.132
2001	20.819 ¹	17.630 ²	1.180

Fonte: CASTRO e NEVES (2001).

¹ Estimativas CNA/Leite Brasil/Embrapa Gado de Leite.

² Projeção realizada pela Embrapa Gado de Leite.

A produção cresceu de 14,48 bilhões de litros no início do período para 20,8 bilhões de litros de leite no final do período. Isto corresponde a uma taxa geométrica de crescimento de 3,3% ao ano.

A produtividade das vacas subiu de 760 litros por ano no início do período para 1.180 litros no final do período, apresentando uma taxa de crescimento de 4,08% ao ano. Entretanto, YAMAGUCHI et al. (2001) citam que, apesar deste crescimento ao longo do período, a produtividade média das vacas no Brasil é muito baixa, se comparada a outros países produtores como os Estados Unidos, com média de 7.953 kg/vaca/ano; União Européia com 5.692 kg; Argentina com 3.824 kg e Nova Zelândia com 3.489, em 1999. Como consequência desta baixa produtividade, há ineficiência no uso dos fatores de produção. Isto provoca elevação de custos e redução na rentabilidade obtida, o que acarreta menor competitividade da atividade em termos regionais e ou com outros países, assim como, com outras atividades. Todavia, encontram-se sistemas brasileiros bastante eficientes zootecnicamente, comparáveis aos sistemas europeus e até mesmo aos americanos, mas os números indicam um longo caminho a ser percorrido pelos produtores.

Já o número de vacas ordenhadas tem um comportamento diferente. Cresce até 1995, sofre uma queda em 1996. Retoma o crescimento a partir de 1997 sem, entretanto, alcançar o nível de 1995.

GOMES (2001b) recomenda cautela na interpretação das estatísticas do setor leiteiro. Médias de produção e produtividade, considerando população total, apresentam elevada dispersão dos dados, portanto, têm pouco poder de explicação. Os valores médios são fortemente influenciados pela distribuição assimétrica da produção, onde poucos produtores produzem muito leite e a maioria tem pequena participação no total da produção.

A Tabela 2 apresenta o ranking dos 12 maiores estados produtores no ano de 1999, suas respectivas produtividades e participações na produção nacional.

Tabela 2 - Ranking dos estados de acordo com a produção - 1999

Estados	Produção de leite		Produtividade (litros/vaca/ano)
	1.000 litros/ano	% do total	
1 Minas Gerais	5.801.063	30,4	1.329
2 Goiás	2.066.404	10,8	1.066
3 Rio Grande do Sul	1.974.662	10,4	1.768
4 São Paulo	1.913.499	10,0	1.044
5 Paraná	1.724.917	9,0	1.547
6 Santa Catarina	906.540	4,8	1.664
7 Bahia	672.394	3,5	472
8 Rio de Janeiro	457.736	2,4	1.220
9 Mato Grosso	411.390	2,2	1.066
10 Mato Grosso do Sul	409.044	2,1	944
11 Rondônia	408.749	2,1	920
12 Espírito Santo	367.903	1,9	1.151
13 Outros	1.955.734	10,3	698*
Brasil Total (média)	19.070.035	100,0	1.096

Fonte: ZOCCAL (2001).

* Média dos outros estados.

Minas Gerais continua sendo o maior produtor nacional, respondendo com 30,4% da produção nacional. Os cinco maiores estados produtores juntos produzem 70,6% do total nacional. Goiás já ocupa o segundo lugar na produção, com 10,8% da produção nacional. A participação dos estados das regiões Norte e Nordeste na produção nacional é pequena. Apenas um de cada uma delas é destacado na Tabela 2.

As maiores produtividades são encontradas nos três estados da região Sul. O Estado do Rio Grande do Sul possui a maior, 1.768 litros/vaca/ano. Logo em seguida vêm os Estados de Santa Catarina e Paraná, com 1.664 e 1.547 litros/vaca/ano, respectivamente. A menor produtividade é a do Estado da Bahia, único representante destacado da região Nordeste.

Segundo ALVES (2001a), na década de 90, a taxa de crescimento da produção de leite foi superior à taxa de crescimento populacional, indicando um

aumento na oferta per capita de leite no Brasil. Este crescimento foi obtido, basicamente, pelos ganhos de produtividade, visto que ocorreram reduções nos números de vacas ordenhadas e nas áreas utilizadas pela atividade. Cita-se que, paralelamente a este aumento de produção, vem ocorrendo uma redução dos preços pagos aos produtores (ALVES, 2001a; GOMES, 2001b; YAMAGUCHI et al., 2001).

Segundo GOMES e LEITE (2001), este processo de queda de preços pagos ao produtor foi evidente na entressafra de 2001, quando houve uma redução dos mesmos na ordem de 20 a 40%. Citam-se, como causas desta queda, o maior crescimento da produção em relação à demanda e às imperfeições do mercado.

Existem evidências de reduções de preços pagos aos produtores sem justificativas elucidativas, relacionadas ao comportamento de mercado de insumos, utilizados pela agroindústria e ou produtos lácteos por ela processados. O varejo nem sempre repassa aos produtores os aumentos ou estabilidade de preços ocorridos. Entretanto, as reduções de preços em nível de varejo provocam, em geral, uma queda de preços mais acentuada para os produtores (GOMES e LEITE, 2001).

As imperfeições do mercado, em nível de indústria, via de regra, cultuam a flutuação dos preços recebidos pelos produtores, acompanhando as condições climáticas dos períodos das secas e das águas, quando ocorre menor e maior oferta de leite, respectivamente. Este fato já faz parte da cultura do produtor (GOMES, 2001b). Entretanto, esta grande sazonalidade de produção não existe mais. Segundo GOMES (2001b), nos últimos quatro anos, a diferença de produção entre os períodos foi de apenas 13%, com tendência de queda. O crescimento da produção no período seco, nos anos analisados, foi de 10%: 2,5 vezes maior que o crescimento no período das águas.

A força na definição dos preços pagos ao produtor, assim como os indicativos de imperfeição do mercado, podem ser avaliados analisando os dados da Tabela 3.

Tabela 3 - Faturamento dos maiores varejos e indústrias com atuação em laticínios e número de fornecedores das indústrias em 2000

Varejo	Faturamento ¹	Indústria	Faturamento ¹	Produtor ²
Carrefour	4.821,5	Nestlé	2.574,8	14.142
Pão de açúcar	4.346,6	Parmalat	731,6	15.550
Sonae	1.538,4	Fleischmann	508,2	2.335
Sendas	1.325,2	Itambé	388,2	8.400
Makro	1.110,8	Danone	341,9	1.420
Wal-Mart	552,8	Elegê	311,9	32.188
Bompreço Bahia	545,0	C.C.L SP	286,8	8.925
Sé Supermercados	493,4	Quaker	272,5	
Zaffari e Bourbon	403,4	Batavo	206,1	
Ciro	325,8	Yakult	158,1	

Fonte: CASTRO e NEVES (2001).

¹ Em US\$ milhões.

² Número de produtores por indústria.

O faturamento apenas dos dois maiores supermercados (varejo) é 1,5 vez maior que o faturamento das 10 maiores indústrias do setor laticinista. Considerando a importância dos supermercados na distribuição de produtos lácteos, evidencia-se que esta concentração é um indício forte de imperfeição do mercado. Por outro lado, o grupo dos maiores laticínios capta a maior parte do leite formal, ou seja, inspecionado no país, reforçando a possibilidade de existência de imperfeição no mercado.

Neste contexto, a classe produtora desorganizada, o mais fraco da cadeia, formada por mais de 80 mil unidades fornecedoras dos maiores laticínios, sofre severamente com a concentração da indústria, que, também, sofre com a elevadíssima concentração do varejo. No entanto, ressalta-se que não se têm resultados de pesquisa que documentem a extensão deste poder da indústria e dos supermercados, como cresce e como prejudica produtores e consumidores (ALVES, 2001a).

Diante deste novo cenário apresentado, resta ao produtor organizar-se econômica e administrativamente para enfrentar este problema e manter-se na atividade de produção de leite.

1.3. Sistemas de produção de leite no Brasil

A produção de leite é um sistema bioeconômico, onde ocorre transformação de diversos insumos em produtos desejados pelo mercado. Nele, a vaca é a principal variável biológica, que transforma insumos (nutrientes) que têm custo, em produtos (leite e carne) que têm valor de mercado. Ela pode ser considerada como uma unidade de produção dentro dos sistemas de produção.

No Brasil, observam-se diferentes tipos de sistemas de exploração leiteira. Os sistemas de produção presentes em Minas Gerais são um bom exemplo dos encontrados no Brasil. Eles são bastante heterogêneos. Variam quanto ao perfil tecnológico utilizado, quanto à escala de produção, capacidade gerencial dos administradores e padrão racial dos rebanhos.

Segundo GOMES (2000), a cadeia produtiva do leite, analisada “dentro da porteira”, possui vários critérios de classificações. Um critério comumente utilizado, e adequado a esta abordagem, é feito pela composição genética do rebanho, ou seja, a raça e o grau de sangue do mesmo. Tal critério envolve todo o contexto de exigências nutricionais e de manejo que os caracterizam. Desta forma, classificam-se os sistemas de produção como sistemas de produção de gado europeu ou puro, gado mestiço e gado zebu. Ele os caracteriza da seguinte forma:

Sistema de produção de gado europeu

Os sistemas de gado europeu, no Brasil, são formados, basicamente, por animais da raça holandesa, à qual refere-se a caracterização a seguir:

- É um sistema exigente em capital investido em animais, máquinas e benfeitorias, com custos totais elevados, o que dificulta a entrada de novos produtores;

- O rebanho é originado de zonas temperadas, sujeito a “stress” térmico e mais susceptível às doenças e a ectoparasitas;
- É formado por vacas de alta produção, com pequenas variações entre si, exigentes em manejo e alimentação de alta qualidade durante todo o ano. Isto requer produtores tecnicamente mais qualificados, com capacidade de planejar a compra ou produção de alimento de forma eficiente; e
- As produtividades da terra e da mão-de-obra são elevadas se comparadas aos demais sistemas. Possui a curva de oferta mais elástica, o maior custo médio e a menor margem de lucro, o que exige que ele seja conduzido com elevada escala de produção. Ajusta-se melhor quando próximo aos grandes centros consumidores, onde os custos de oportunidade da terra e da mão-de-obra são mais elevados.

De acordo com suas características, este sistema é pouco flexível, especialmente quando é manejado em confinamento total das vacas. Isto representa maior susceptibilidade às variações dos preços relativos produto/insumos e, conseqüentemente, ao maior risco para o produtor deste sistema, apesar da curva de oferta mais elástica. Associa-se a isto a baixa liquidez do plantel.

Sistema de produção de gado mestiço

Os sistemas de gado mestiço são formados através do cruzamento das raças européias e zebuínas, que, no Brasil, são formados, na sua maioria, pelas raças holandesa e gir, ou simplesmente girolanda. As composições raciais destes rebanhos variam desde o grau de $\frac{1}{2}$ sangue a $\frac{7}{8}$ de holandês/zebu. A grande dificuldade deste sistema é a manutenção do grau de sangue. O produtor sempre enfrenta o problema de continuar o cruzamento absorvente das vacas com a raça holandesa, caminhando para o rebanho puro, ou retornar ao zebu. As implicações de cada um trazem mais dúvidas que soluções. São características deste sistema:

- Adapta-se bem às variações de clima, solo e condições sócio-econômicas do Brasil. É um sistema bastante flexível;

- É predominante no Brasil, tanto em número de produtores quanto em volume de produção, apesar de não ser especializado. Possui produtividade de leite e rusticidade intermediária entre os outros dois sistemas;
- Necessita de bom conhecimento tecnológico, menos, porém, que o europeu, principalmente nas inter-relações animal-solo-planta, objetivando menores custos de produção;
- É explorado a pasto, com suplementação volumosa e concentrada crescente, de acordo com a exigência nutricional do grau de sangue utilizado para a produção de leite e ou disponibilidade das pastagens;
- A produtividade de leite por vaca é elevada, se comparada ao sistema de gado zebu. Há, porém, bastante variabilidade entre as vacas, o que interfere na média do rebanho, diminuindo-a quanto mais o rebanho se aproxima do zebu. É a principal restrição deste sistema, pois afeta diretamente a eficiência do mesmo;
- Possui curva de oferta menos elástica que o europeu, mas com preço de sobrevivência menor. Se comparado ao sistema de zebu, ele apresenta maior elasticidade de oferta e maior preço de sobrevivência; e
- custo médio de produção do mestiço é menor que nos sistemas de gado holandês e maior que no gado zebu.

Sistema de produção de gado zebu

Este tipo de sistema é o mais rústico dos três, explorado de forma extensiva, quase extrativista. Caracteriza-se por:

- Qualquer tipo de vaca com predominância de origem indiana, ou seja, zebuína, de baixo valor agregado. São animais perfeitamente adaptados às condições de clima tropical, mais resistentes a ectoparasitas. Por esta razão, é um sistema que apresenta baixo risco;
- Os rebanhos são manejados de forma extensiva e, quando recebem algum tipo de suplementação no período da seca, tem-se em vista a sobrevivência do animal e não a produção;

- Tem baixa produtividade de leite por vaca/ano em função do reduzido período de lactação e da baixa persistência da mesma;
- Utilizam muita terra, com pouco capital investido em animais, benfeitorias, máquinas, forragens melhoradas, sem barreiras à entrada de novos produtores;
- Apresentam baixo custo de produção, sendo o menor entre todos no período das águas; e
- Tem curva de oferta inelástica.

A adoção de cada um dos modelos apresentados depende de um conjunto de variáveis desde o desejo pessoal, passando pela disponibilidade de fatores de produção e, principalmente, pelas condicionantes do mercado. Para muitos autores todos os sistemas de produção de leite continuarão existindo. O que vai mudar são as suas respectivas importâncias relativas para o mercado.

LEITE e GOMES (2001), sem discutir o padrão racial dos rebanhos utilizados nos sistemas de produção, sugerem que eles devem ser compostos por animais que apresentem:

- menor peso metabólico e, conseqüentemente, menores exigências nutricionais para manutenção e gestação;
- menor vetor de requerimento para produção de leite;
- maior diferença entre o débito do sistema por vaca e o potencial genético para produção de leite;
- maior capacidade instalada;
- alta produtividade, grande persistência de lactação e menor intervalo entre partos;
- proporcionem maiores características de flexibilidade aos sistemas de produção; e
- proporcionem aos sistemas características de maior elasticidade de oferta.

1.4. O problema e sua importância

Segundo ALVES et al. (1999), a baixa remuneração da agricultura brasileira indica, em um futuro próximo, a permanência de apenas 600 mil

estabelecimentos dos atuais 4,9 milhões. No setor leiteiro, a baixa remuneração é um fato evidente causado, principalmente, pela queda do preço do produto e o elevado custo de produção, nesta última década. Esta queda de preços impõe dificuldades a todo segmento produtivo, com destaque para os sistemas menos eficientes. ALVES (2001b), a despeito das transformações recentes no setor leiteiro, onde a oferta cresce mais que a demanda, cita que a redução no número de estabelecimentos, dentre outros mecanismos, é uma alternativa para se evitar a queda do preço. Baseado no mercado de competição perfeita, este processo comporta as seguintes etapas:

- A produção cresce mais que a demanda. Como esta é preço – inelástica, o preço cai;
- Esta queda de preço afeta diretamente a renda dos produtores grandes e pequenos, diminuindo-a a ponto de optar por outra atividade, em função da perda de rentabilidade do sistema;
- A redução de produtores diminui a oferta e evita que o processo de queda de preços prossiga indefinidamente; e
- Muitos produtores reduzem a produção, o que, também, atenua o processo de queda de preços.

Baseado nestas condições, o autor realizou simulações cujos resultados estão apresentados na Tabela 4, mediante as seguintes hipóteses:

- 1,2 milhões de produtores com média diária de 50 litros, totalizando uma produção de 21,9 bilhões de litros de leite;
- Os períodos são de cinco anos. No primeiro período, a demanda cresce a uma taxa anual de 4%, nos dois últimos, a 2% e, nos demais, a 3%;
- A produção do estabelecimento cresce a 10% ao ano e a oferta se ajusta, perfeitamente, à demanda, de modo que os preços permanecem estáveis;
- Imagina-se que cada produtor produza exatamente a quantidade do mercado.

Tabela 4 - Redução do número de estabelecimentos quando a produção de cada um cresce à taxa anual de 10% e a oferta e a demanda crescem à mesma taxa, sem redução do preço do leite

Períodos (5 anos)	Litros/estabelecimento/dia	Número de produtores (mil)
Início	50	1.200,0
5 anos depois	81	910,7
10 anos depois	130	655,5
15 anos depois	209	471,8
20 anos depois	336	339,6
25 anos depois	542	232,8
30 anos depois	872	159,6

Fonte: ALVES (2001a).

Considerando os 10 primeiros anos da simulação, e que cada litro de leite dê um retorno de R\$ 0,046, os estabelecimentos que produzem 130 litros/dia garantem para o empreendedor uma renda líquida de um salário mínimo. Isto corresponde a uma redução de 545 mil estabelecimentos. Mantido o retorno por litro e elevando-se a renda líquida desejada para 2,6 salários mínimos, seria necessária uma produção de 336 litros/dia. Neste caso, a redução no número de produtores será de 71,7%. A taxa de retorno por litro, apresentada nos cálculos, contempla o pagamento de todos os fatores de produção. Os resultados são totalmente dependentes dela.

Ressalta-se que os números apresentados são frutos de simulação. Entretanto, nos Estados Unidos o número de produtores reduziu de dois milhões nos anos 40 para 120 mil recentemente, a despeito de a produção crescer a elevadas taxas.

GOMES (1999a), trabalhando especificamente com produtores de leite e simulação dos dados de produção, aponta uma taxa de redução entre 8,5 e 15,7% ao ano, dos atuais 1.182 mil produtores, até 2010. Na menor taxa indicada a

redução é de 737,1 mil produtores. Na mais elevada, no ano 2010, restarão apenas 180,6 mil estabelecimentos.

GOMES (2001a) cita a redução do número de produtores nos anos 90. Nas maiores indústrias do setor a queda variou entre 10 e 17% ao ano. A partir de 1998, a redução aprofundou em razão da necessidade de investimentos em tanques de expansão para resfriamento do leite na fazenda, imposto pelas indústrias. Segundo este autor, permanecendo este comportamento, estima-se que em 2010, o mercado inspecionado seja abastecido por um contingente de produtores na ordem de 250 a 280 mil produtores.

Segundo ITAMBÉ ... (2000), a redução do número de produtores de leite das 12 maiores empresas do setor foi da ordem de 24%, entre os anos de 1997 e 1999. Os dados desta mesma empresa, quando avaliados entre 1999 e 2000, apresentaram uma redução na ordem de 33,8%. Para a maior empresa receptora do setor, este número foi 37,2%.

SANT'ANNA (2000) mostra que investimentos na tecnologia de tanques de expansão, para produtores com produção diária de até 112,5 litros, são inviáveis se comparados a uma taxa de atratividade financeira de 12% ao ano. Isto constitui um enorme problema para os pequenos produtores que representam 76% do total existente no Estado de Minas Gerais (SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS EMPRESAS DE MINAS GERAIS - SEBRAE-MG, 1996), uma vez que o transporte a granel já é adotado por várias empresas e será uma norma ministerial.

Têm-se, também, os pagamentos diferenciados do produto pela indústria. Hoje, a escala de produção é o principal parâmetro na determinação do preço pago ao produtor, onde se exigem volumes cada vez maiores.

Em PARÂMETROS... (2001), a Itambé lançou o seu programa de pagamento por qualidade. Esta é nova tendência do setor. A conduta adotada por esta empresa é um bom exemplo do que vai acontecer no setor, pois ela é responsável por boa parte da captação do leite de Minas Gerais, que responde por 30,4% da produção nacional.

Esta nova regra demanda novos investimentos pelos produtores em equipamentos e, sobretudo, em qualificação de mão-de-obra. Os parâmetros de eficiência serão alterados e, certamente, esta nova variável vai forçar a saída de mais produtores formais do mercado, principalmente os pequenos e os avessos ao risco.

Destaca-se também, a mudança geográfica da produção em busca de menores custos de produção. A produção está se deslocando para a região Centro-Oeste. A elevada produção de milho, soja e o caroço de algodão, a preços extremamente competitivos, permitem uma substancial redução nos custos do concentrado utilizado na alimentação do rebanho.

O concentrado é um requisito fundamental para atender às exigências nutricionais das vacas leiteiras de maior produtividade, uma vez que as pastagens tropicais sozinhas não são capazes de supri-las. Sistemas mais tecnificados, entendidos como os formados por rebanhos mestiços e ou puros incorrem em maiores ou menores gastos com concentrados para a produção, ao longo do ano. Tê-lo a menor custo, certamente, reduzirá o custo operacional efetivo da atividade.

GOMES (1999a) cita que os sistemas de produção estão expandindo sobre uma base agrícola já mecanizada, que poupa mão-de-obra. Este fator também contribui para redução do custo operacional efetivo. Além disso, há incentivos concedidos pelo Fundo Constitucional do Centro-Oeste, que oferece financiamentos a taxas favorecidas. As evidências da migração da produção para o Centro-Oeste são mostradas na Tabela 5, adaptadas de ZOCCAL (2001).

De acordo com os dados da Tabela 5, o crescimento da produção no Centro-Oeste foi de 1,2 bilhões de litros no período, representando 26,72% do crescimento nacional. A taxa de crescimento da região foi de 5,58 pontos percentuais, 2,63 vezes superior à da região Sudeste, que é a maior produtora.

Tabela 5 - Distribuição da produção de leite nas regiões brasileiras na década de 90, em 1.000 litros

Regiões	1990		1999		Taxa de crescimento ¹
	Produção	%	Produção	%	
Norte	555.225	3,8	958.370	5,03	5,61
Nordeste	2.045.268	14,1	2.041.816	10,71	-0,02
Sudeste	6.923.301	47,8	8.540.201	44,78	2,12
Sul	3.262.254	22,5	4.606.119	24,15	3,51
Centro-Oeste	1.698.374	11,7	2.923.521	15,33	5,58

Fonte: ZOCCAL (2001).

¹Taxa de crescimento ao ano.

Em Minas Gerais o deslocamento geográfico também é observado. O motivo é a busca de menores custos dos concentrados e as terras planas que facilitam a mecanização. A mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba apresenta maior taxa de crescimento e ganha em importância relativa no Estado. As bacias leiteiras tradicionais das mesorregiões da Zona da Mata e Sul/Sudoeste crescem a taxas menores e perdem em importância relativa. Os dados são mostrados na Tabela 6.

Na Tabela 6 estão representadas as quatro maiores mesorregiões produtoras de Minas Gerais. A taxa de crescimento para a mesorregião do Triângulo e Alto Paranaíba foi de 3,8%, superior à do Estado. Aumentou a sua participação relativa e se distanciou do segundo lugar, que é a tradicional mesorregião produtora do Sul-Sudoeste de Minas. Dentre estas apresentadas, a menor taxa de crescimento foi a da Zona da Mata, com apenas 1,1% ao ano. A sua importância relativa reduziu em 2,1 pontos percentuais.

Tabela 6 - Distribuição da produção de leite nas quatro maiores mesorregiões de Minas Gerais na década de 90, em milhões de litros

Mesorregião	1990		1999		Taxa de crescimento ¹
	Produção	%	Produção	%	
Triângulo/Alto Paranaíba	941	21,9	1369	23,6	3,8
Sul/Sudoeste	812	18,9	1036	17,9	2,5
Zona da Mata	525	12,2	585	10,1	1,1
Oeste	350	8,2	506	8,7	3,8
Minas Gerais	4.291	100,0	5.801	100,0	3,1

Fonte: ZOCCAL (2001).

¹Taxa de crescimento ao ano.

Associadas a esta conjuntura, observam-se constantes liquidações de plantéis leiteiros. É um indicativo que, para muitos produtores, a atividade não está atrativa frente a salários alternativos ou a rentabilidade de outras explorações que competem com a produção de leite.

Surgem, então, no cenário da produção de leite, várias dúvidas que carecem de maiores estudos. Destacam-se: Quais são as fronteiras eficientes para os diferentes tipos de sistemas de produção? Qual tipo de sistema de produção deverá permanecer atuando? Quais os riscos da perda de competitividade pelos produtores pressionados pela necessidade de redução de custos de produção, pela indústria e ou pela legislação? Quais ferramentas podem auxiliar no gerenciamento da atividade?

Um princípio básico em produção é que todo sistema em equilíbrio, sob a ótica de alocação eficiente de recursos, tende a continuar e aquele fora deste tende a desaparecer ou alcançá-lo, movido pelas forças do mercado. A modernização tecnológica da agricultura é progressiva. Aqueles produtores que antecipam os demais na inovação, alcançam lucros maiores, até que a maior oferta provoque a redução dos preços e das margens e um novo equilíbrio é estabelecido num nível de preços mais baixo. Do ponto de vista econômico, os

produtores que não conseguem inovar ou ajustar as suas estruturas tecnológicas e de custos diante da redução dos preços recebidos estão fadados à inviabilização do seu negócio.

A observação empírica do comportamento recente da produção de leite no Brasil indica que ações devem ser direcionadas para capacitação de pessoal, melhoria da eficiência produtiva e alocativa dos fatores de produção, maior escala e utilização intensiva de tecnologias que viabilizam aumentos na produtividade (KONZEN, 1998; GOMES, 1999b; SOUZA, 2000; RUFINO, 2000; VOLPI e BRESSAN, 2001). Entretanto, a grande maioria das tecnologias exigem montantes consideráveis de investimento e capital de custeio. Quem não dispõe de recursos próprios ou não tem acesso ao crédito, em condições competitivas, não consegue adotá-las. ALVES (2001c) cita a imperfeição do mercado de capital como o principal entrave à modernização. Estas imperfeições discriminam os menos favorecidos.

Diante deste cenário de intensas mudanças para o produtor de leite, o fundamental é romper o equilíbrio de um sistema de menor produção e produtividade e atingir outro de maior, associado à viabilidade econômica, garantindo a sobrevivência do empresário dentro da porteira, na cadeia agroindustrial do leite. Neste contexto, ganha relevância a necessidade de construção de fronteiras de eficiência para cada sistema de produção de leite explorado, podendo ser sistemas de gado holandês, mestiço ou zebu.

Segundo COELLI et al. (1998), fronteira de produção pode ser definida como a máxima quantidade de produção (*outputs*) que pode ser obtida, dados os insumos ou recursos utilizados (*inputs*), em que a empresa utiliza os insumos em proporções ótimas, de acordo com seus preços e a tecnologia de produção. Aquelas unidades produtoras que melhor combinam os recursos na produção tendem a permanecer na atividade.

Desta forma os produtores devem combinar terra, máquinas, benfeitorias, animais, alimentos concentrados e volumosos, minerais, inseminação artificial, medicamentos, energia elétrica, combustíveis, transportes, mão-de-obra e assistência técnica especializada, para produzir leite, vacas excedentes, novilhas e

bezerros. Aqueles produtores que combinarem melhor estes recursos podem se tornar eficientes tecnicamente, primeira condição para ser eficiente economicamente.

Num ambiente de mudanças econômicas e tecnológicas rápidas e de instabilidade de preços, esta eficiência pode ser afetada. O produtor tem que estar atento a estas mudanças e adaptar-se rapidamente, porque a produção agrícola é sujeita aos fatores da incerteza, aqui definidos como risco. Neste contexto, a necessidade de modernização tecnológica é evidente na busca da eficiência técnica e econômica. Entretanto, a simples mudança, sem uma análise econômica, pode ser desastrosa. O produtor ou o tomador de decisão deve simular várias condições do mercado, avaliar e minimizar os riscos envolvidos para cada situação na combinação dos recursos, objetivando a produção máxima, ao mínimo custo.

Neste cenário de grandes transformações, o conhecimento da fronteira de produção, para os diferentes sistemas de produção de leite, representa um balizador para aqueles produtores menos eficientes, na busca da competitividade necessária para permanecerem no mercado.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é avaliar a eficiência técnica dos fatores de produção e dos insumos em sistemas de produção de leite de gado holandês, mestiço e zebu.

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar fronteiras de eficiência técnica para os três tipos de sistemas de produção apresentados;

- Identificar e caracterizar os produtores eficientes e os ineficientes de acordo com os recursos disponíveis, a adoção de tecnologia e os indicadores de produção e produtividade;
- Analisar as diferenças no perfil de eficiência dos sistemas;
- Avaliar a utilidade de ferramenta computacional no processo de tomada de decisão e no gerenciamento dos sistemas de produção.

2. METODOLOGIA

Para atender os objetivos específicos, será utilizada uma técnica de análise que permite identificar a posição relativa de cada produtor, em termos de eficiência técnica e o que os está impedindo de galgar uma melhor posição. Os resultados desta técnica permitem a definição das fronteiras de eficiência dos produtores de leite, para os diferentes sistemas de produção e classificá-los como eficientes ou ineficientes. Esta será a primeira parte do trabalho.

Mediante os resultados de eficiência encontrados, os produtores dos diferentes sistemas serão comparados segundo os indicadores técnicos e econômicos e analisadas as diferenças tecnológicas entre os sistemas de produção de gado holandês, mestiço e zebu e os possíveis ajustes para se manter na atividade.

2.1. Modelo teórico

2.1.1. Eficiência técnica e alocativa

A produção leiteira é, nitidamente, uma atividade que envolve uma relação entre vários fatores e insumos de produção e múltiplos produtos. No vetor de fatores podem-se citar todas as máquinas e equipamentos, no de insumos

podem-se citar alimentos concentrados e volumosos, medicamentos, material de inseminação, e no vetor de produtos podem-se citar o leite como o principal produto, mas, também, a produção de novilhas para reposição, vacas para descarte e bezerras para recria.

Esta relação entre os fatores, insumos e produtos de uma firma podem ser descritos por uma função de produção. Esta, mediante a combinação dos fatores e insumos e uma determinada tecnologia disponível, demonstra uma produção máxima, por unidade de tempo. Pode ser descrita por: $Q = F(X_i)$, onde Q representa a quantidade de leite produzido; X_i representa terra, vacas e mão-de-obra necessárias à produção de leite.

A teoria neoclássica de produção postula que as firmas maximizam lucros ou minimizam custos, sujeitos a determinados padrões tecnológicos. Segundo HENDERSON e QUANDT (1976), uma empresa ou firma é uma unidade técnica que produz bens. Esta deve atuar racionalmente, procurando maximizar seus resultados em termos de produção e lucro, mediante as decisões tomadas pelo empresário.

De acordo com o tipo de sistema de produção explorado pelo empresário rural, a relação entre os fatores de produção, os insumos e os produtos variarão. O produtor racional objetiva a maximização do lucro ou a minimização dos custos, logo, combinar adequadamente o vetor de fatores e insumos para obter um vetor de produtos, buscando condições de optimalidade, é o desafio, na busca do objetivo.

As análises de eficiência técnica e econômica são fundamentais para o empresário estimar uma fronteira relativa ao máximo de produto (P) possível de se obter utilizando os insumos (I). O mensuramento destas análises têm sido realizadas, freqüentemente, a partir de estimativas de funções de produção, de custo e de lucro, através de procedimentos estatísticos, para estimação de parâmetros das respectivas funções. São métodos paramétricos, onde há a necessidade de especificar parâmetros para representar as funções de produção (PEREIRA, 1995). Os resultados obtidos por estes métodos são testáveis do

ponto de vista estatístico e menos sensíveis a *outliers*¹. Entretanto, apresenta maior dificuldade para se trabalhar com múltiplos insumos ou múltiplos produtos.

Métodos alternativos utilizados para estimar a função fronteira de produção são baseados em programação matemática, conhecidos como métodos não paramétricos. A análise envoltória de dados (*Data Envelopment Analysis - DEA*) é o método não paramétrico mais frequentemente utilizado. Ela é fundamentada no trabalho de Farrel (1957), que considerou a medição da eficiência de uma empresa segundo dois componentes: Eficiência Técnica e a Eficiência Alocativa, sendo citado por COELLI et al. (1998), GOMES (1999a) e por LINS e NOVAES (2000).

Segundo Koopmans (1951), citado por PEREIRA (1995), ser eficiente tecnicamente é quando não se consegue aumentar a produção de um produto sem diminuir a produção de outro, ou seja, quando não há desperdícios de insumos. Para GOMES (1999a), uma produção é tecnicamente eficiente se não existir nenhum processo, ou combinação destes, que eleve a produção, mantendo a mesma quantidade de insumos, ou seja, é a obtenção máxima de produtos com um mínimo de insumos. Neste caso, atingiu-se a isoquanta eficiente.

Partindo do pressuposto que a isoquanta eficiente foi atingida, a partir de um vetor de insumos, o produtor será eficiente alocativamente se a sua empresa utilizar os insumos em proporções ótimas, de acordo com seus preços e a tecnologia de produção. Isto é obtido quando a empresa combina os insumos de forma a minimizar os custos de produção, ou seja, no ponto de tangência entre a isoquanta eficiente e a linha de isocusto, definida quando a taxa marginal de substituição técnica dos fatores é igual à razão dos preços. Através do produto da eficiência técnica e da eficiência alocativa, obtém-se a eficiência econômica.

Teoricamente, não há motivos para uma empresa ser ineficiente tecnicamente. Entretanto, num ambiente econômico instável, a capacidade de acompanhar e adaptar-se às mudanças no cenário da produção, não é a mesma para cada produtor. Desta forma, a proficiência em transformar insumos em

¹ Unidades que apresentam desvios em relação ao comportamento médio.

produtos podem ser diferentes, caracterizando alguns como eficientes e outros não.

Modelos de programação matemática, através de técnicas de programação linear, permitem o estabelecimento de uma medida de eficiência relativa entre as unidades de produção ou firmas de um mesmo gênero, definindo e orientando metas para aquelas consideradas ineficientes.

2.1.2. Medidas de eficiência

Farrel (1957) propôs um modelo empírico de eficiência relativa, baseado em técnicas não-paramétricas, em oposição aos modelos paramétricos que ajustam uma função de produção teórica. Ele propôs a determinação da eficiência de uma unidade de produção, comparando-a com o melhor nível de eficiência até então observado. Desta forma, a comparação será feita entre as unidades, através dos reais valores dos múltiplos insumos e múltiplos produtos realmente utilizados, e não por valores estimados (SARAFLOU e FORSUND, 2000).

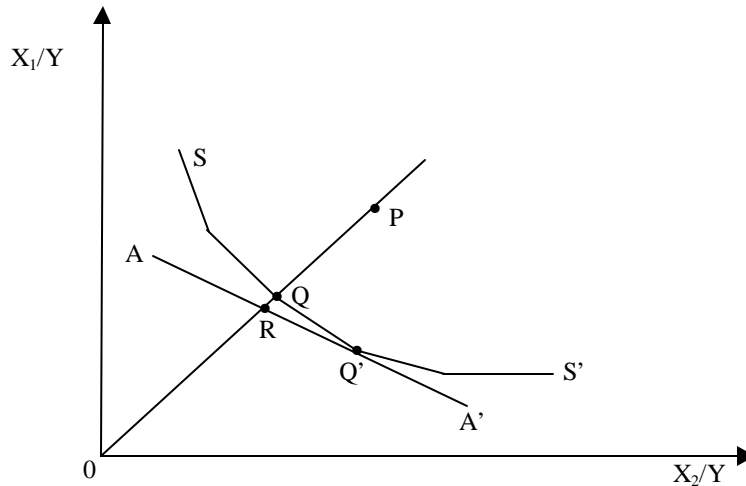
O cálculo de eficiência técnica proposto pode ser executado sob a ótica de redução de insumos ou com ênfase ao aumento do produto. No primeiro caso, objetiva-se manter a mesma produção, reduzindo a quantidade de insumos, admitindo a hipótese de desperdícios de insumo. No segundo, o que se espera, é o aumento do produto mantendo a mesma quantidade de insumos.

Cálculo de eficiência orientado ao insumo

No plano bidimensional (Figura 1), os insumos são representados por (X_1 e X_2) e a produção por y , onde a função de produção é dada $y = f(X_1, X_2)$. Partindo da pressuposição de retornos constantes à escala, a fronteira tecnológica pode ser representada pela isoquanta SS' . Se SS' representa a isoquanta unitária de uma firma totalmente eficiente, quem estiver fora dela é ineficiente, representado, neste caso, pela firma P . A ineficiência desta firma é representada pelo segmento QP , que indica o quanto os insumos podem ser reduzidos mantendo a mesma produção. A medida de eficiência técnica (ET) é dada pela

razão entre as distâncias da origem até a isoquanta eficiente e da origem até a firma ineficiente, logo:

$$ET = \frac{OQ}{OP} = 1 - \frac{QP}{OP} \quad (1)$$



Fonte: GOMES (1999a).

Figura 1 - Eficiência orientada ao insumo.

Como $0 < ET \leq 1$, a medida encontrada fornece o grau de ineficiência técnica da firma. Se $ET = 1$, a firma é tecnicamente eficiente, situando-se sobre a isoquanta eficiente, como é o caso do ponto Q.

Quando a razão entre o preço dos insumos é conhecida, representada pela isocusto AA' , pode-se calcular a eficiência alocativa (EA). Considerando-se uma firma que opera em P, tem-se:

$$EA = \frac{OR}{OQ} \quad (2)$$

A distância RQ representa a redução nos custos de produção plausível, caso a produção ocorresse em um ponto de eficiência alocativa, como é o caso de Q', em vez do ponto Q, que é apenas tecnicamente eficiente.

A eficiência econômica total (EE) seria dada pelo produto das eficiências técnica e alocativa:

$$EE = \frac{OQ}{OP} \times \frac{OR}{OQ} = \frac{OR}{OP}. \quad (3)$$

Vale-se lembrar que todas estas medidas de eficiência estão compreendidas no espaço, $0 < E^* \leq 1$.

No presente trabalho, cada produtor de leite será comparado com aqueles que produzem tanto ou mais e despendem tanto ou menos que ele, criando-se, assim, para cada agricultor, a classe de produtor com os quais se efetuarão as comparações, conforme proposto por ALVES e GOMES (1998). Determina-se, desta forma, para a classe de agricultores, uma isoquanta (Figura 1), onde um produtor pode ser ineficiente por duas razões: porque ele não está na isoquanta SS', ou seja, não está sendo eficiente tecnicamente ou, estando nela, porque não está no ponto de custo mínimo Q' e, desta forma, não está sendo eficiente alocativamente. Na Figura 1, o primeiro caso refere-se ao ponto P, e o segundo ao ponto R. Os modelos de programação linear medem estes dois efeitos. Eles contraem o vetor de insumos até que ele se encontre sobre a fronteira (isoquanta SS') no ponto Q. No segundo caso, a contração é feita até R, de modo que o novo vetor apresente um custo correspondente ao custo mínimo, indicado pela isocusto AA', que é tangente à isoquanta no ponto Q'. Trata-se de uma contração radical, ao longo de um raio que passa pela origem e pelo vetor de insumos do produtor de leite objeto de comparação. Desta forma, não haverá desperdícios de alimentos concentrados, de volumosos, de mão-de-obra, de terra, entre outros fatores e insumos, necessários à obtenção da eficiência econômica, fundamental ao produtor de leite.

Cálculo de eficiência orientado ao produto

A Figura 2 ilustra esta relação, considerando retornos constantes à escala, em uma situação hipotética, onde são obtidos dois produtos y_1 e y_2 , mediante a utilização de apenas um insumo x_1 e a tecnologia representada pela curva de possibilidade de produção C_e . O ponto F está situado sobre a curva de possibilidade de produção, sendo, desta forma, considerado como eficiente tecnicamente (ET). O ponto G situa-se abaixo de F, logo ele é ineficiente. A distância FG representa o grau de ineficiência calculado da seguinte forma:

$$ET = \frac{OG}{OF}. \quad (4)$$

Se existem informações relativas aos preços dos produtos, uma linha de “isoreceita” (RR’) pode ser traçada e, então, obter a eficiência alocativa. A eficiência alocativa (EA) pode ser definida como:

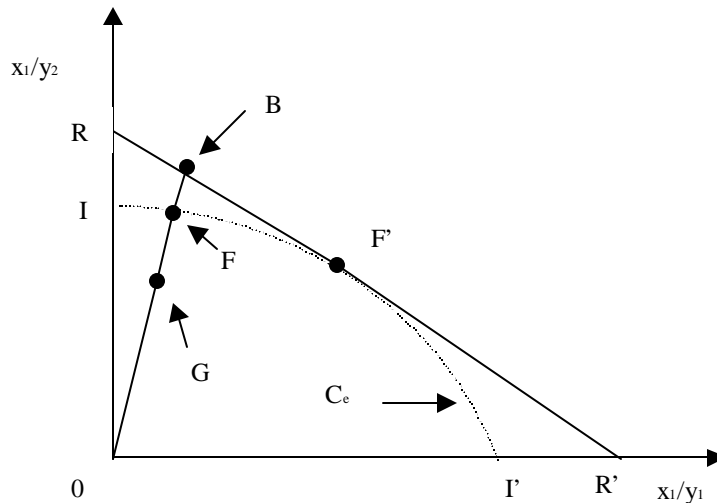
$$EA = \frac{OF}{OB}. \quad (5)$$

A distância do segmento FB indica a ineficiência alocativa da firma analisada.

O cálculo da eficiência econômica total é semelhante ao realizado nas medidas de orientação insumo, isto é:

$$EE = \frac{OG}{OF} \times \frac{OF}{OB} = \frac{OG}{OB}. \quad (6)$$

Os comentários para os valores de cada eficiência orientada aos produtos são similares aos apresentados para as medidas orientadas aos insumos.



Fonte: COELLI et al. (1998).

Figura 2 - Medidas de eficiência com orientação produto.

2.2. Modelo analítico

2.2.1. Estimação de fronteiras

O principal modelo empírico para análises de medidas de eficiência é Análise Envoltória de Dados (DEA) (MARINHO et al., 1997). A Análise Envoltória de Dados tem aplicação generalizada na agricultura, na indústria e será utilizada neste trabalho. Esta técnica considera uma firma ou unidade de produção como *Decision Making Unit* (DMU). Para os objetivos deste trabalho, devido à grande heterogeneidade presente nos sistemas de produção de leite, que restringem a representação funcional da função de produção, optou-se por este método não paramétrico. A DEA é baseada em programação matemática, em modelos de programação linear, que visam estabelecer uma medida de eficiência relativa entre as unidades de produção ou firmas de um mesmo gênero, definindo e orientando metas para aquelas consideradas ineficientes. Os resultados de DEA são bastante detalhados, servindo bem ao embasamento de recomendações gerenciais, ou seja, indicadas como auxiliares aos tomadores de decisão nas suas

tarefas. Esta técnica surgiu com o trabalho realizado por Charnes et al. (1978), baseado nas propostas de medida de eficiência de Farrel (1957), citado por COELLI et al. (1998).

Nesta abordagem, a análise de eficiência produtiva das firmas com múltiplos insumos e múltiplos produtos parte da idéia de construir uma superfície limite (hiper), de tal modo que as empresas mais eficientes se situem sobre esta superfície (fronteira), enquanto as menos eficientes se situem internamente. De algum modo, sobre esta superfície de referência, a relação produtos/insumos deve ser a maior possível dentre aquelas observadas nas várias empresas (PEREIRA, 1995). Este método consiste em comparar uma unidade de produção ou DMU somente com a melhor unidade ou DMU.

A pressuposição fundamental na técnica DEA é que, se uma DMU “A” é capaz de produzir Y(a) unidades de produto, utilizando-se X(a) unidades de insumos, outras firmas poderiam produzir o mesmo, caso elas estivessem operando eficientemente. Da mesma forma, se uma DMU “B” é capaz de produzir Y (b) unidades de produto, utilizando-se X (b) unidades de insumos, outras firmas poderiam realizar o mesmo esquema de produção. Se ambas as DMUs “A” e “B” são eficientes, elas poderiam ser combinadas para formar uma firma DMU composta, que utiliza uma combinação de insumos para produzir uma combinação de produtos. Desde que esta DMU composta não necessariamente exista, ela é chamada de DMU virtual. A análise DEA consiste em encontrar a melhor DMU virtual para cada DMU da amostra. Se a DMU virtual for melhor que a original, por produzir mais com a mesma quantidade de insumos, ou por produzir a mesma quantidade com menos insumos, a DMU original será ineficiente (A DEA HOME PAGE, 2001).

Segundo PEREIRA (1995), o modelo original apresentado por Charnes et al. (1978), foi o seguinte:

$$\text{Max HQ} = \frac{\sum w_i y_i Q}{\sum v_j y_j Q} \quad (7)$$

Restrita a

$$\frac{\sum w_i y_{is}}{\sum v_j y_{js}} \leq 1 \quad s = 1, \dots, Q, \dots, s, \quad (8)$$

$$w_i, v_j \geq \varepsilon \quad i = 1, \dots, I; \quad j = 1, \dots, J, \quad (9)$$

em que s é o número de DMUs a serem avaliadas (parâmetro); I é o número de produtos (parâmetro); Y_{is} é a quantidade de produto i gerado pela unidade s (parâmetro); J é o número de insumos (parâmetro); X_{js} é a quantidade de insumo j usado pela unidade s (parâmetro); W_i é o peso associado com o produto i (incógnita); V_j é o peso associado com o insumo j (incógnita); Epsilon é um número pequeno e positivo.

Para a avaliação da eficiência técnica da empresa Q relativa ao conjunto de N empresas, é resolvido um problema de programação fracionária. Neste problema, a função objetivo é maximizar o quociente entre as funções lineares ponderadas de produtos e insumos da empresa Q , sujeito à restrição de que o resultado seja menor ou igual a unidade. A proposição deste modelo foi com orientação a insumo, admitindo retornos constantes à escala. Este modelo ficou conhecido como modelos CCR, em razão das iniciais dos referidos autores.

Desta forma, para a avaliação dos sistemas de produção de leite serão construídas duas matrizes, uma de insumos e unidades de produção e outra de produtos e unidades de produção para cada sistema de gado holandês, mestiço, zebu e para todos os sistemas conjuntamente. O procedimento para encontrar a melhor DMU virtual pode ser formulado através da programação linear, baseado em amostras de dados de insumos e produtos, coletados para diferentes fazendas de produção de leite. A partir destes, constrói-se um conjunto de referência convexo que servirá de base para classificação das firmas em eficientes ou ineficientes. De acordo com as pressuposições específicas de cada modelo, o conjunto referência admitirá determinada forma. Nestas pressuposições estão contidas as informações relativas ao tipo de retorno à escala.

2.2.2. Modelos com retornos constantes à escala (CCR)

Segundo COELLI et al. (1998), a notação destes modelos pode ser representada por:

$$X = \begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} & X_{13} & \cdot & \cdot & \cdot & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & X_{23} & \cdot & \cdot & \cdot & X_{2n} \\ X_{31} & X_{32} & X_{33} & \cdot & \cdot & \cdot & X_{3n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ X_{k1} & X_{k2} & X_{k3} & \cdot & \cdot & \cdot & X_{kn} \end{pmatrix}_{k \times n}$$

e

$$Y = \begin{pmatrix} y_{11} & y_{12} & y_{13} & \cdot & \cdot & \cdot & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & y_{23} & \cdot & \cdot & \cdot & y_{2n} \\ y_{31} & y_{32} & y_{33} & \cdot & \cdot & \cdot & y_{3n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ y_{m1} & y_{m2} & y_{m3} & \cdot & \cdot & \cdot & y_{mn} \end{pmatrix}_{m \times n} \quad (8)$$

Assume-se que existem K insumos e M produtos para cada firma N . Cada firma é representada por um conjunto de vetor coluna X_i e Y_i . A matriz de insumos X é $K \times N$, e a matriz de produto Y é $M \times N$ e representam todos os dados das “ n ” firmas. Assim, para a i -ésima firma, são representados X_i e Y_i , respectivamente, para insumos e produtos.

Para cada firma ou DMU, pode-se obter uma medida de eficiência, que é a razão entre todos os produtos e todos os insumos ($u'y_j/v'x_i$), ambos ponderados, onde u é um vetor de pesos nos produtos $M \times 1$ e v é um vetor de pesos nos insumos $K \times 1$. Estes pesos, utilizados nas ponderações, são obtidos resolvendo um problema de programação matemática fracionária, onde se encontra um escalar, que é o peso ótimo que maximiza a eficiência de cada firma. O modelo pode ser generalizado da seguinte forma:

$$\text{Max}_{u,v}: (u'y_j/v'x_i), \quad (9)$$

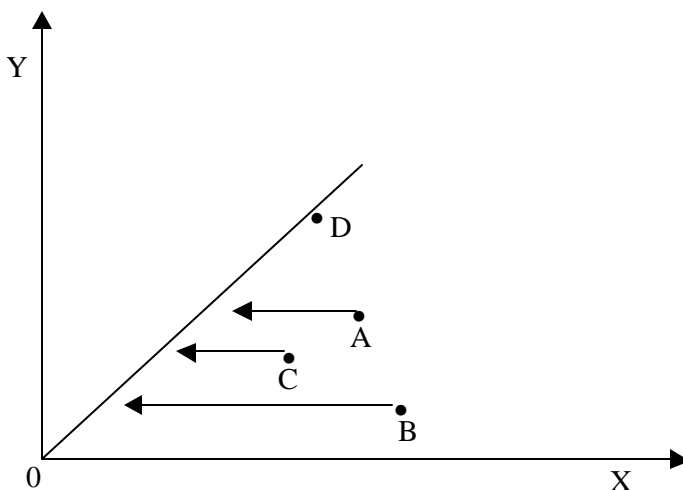
$$\text{Sujeito a: } u'y_j/v'x_i \leq 1, \quad (10)$$

e

$$u, v \geq 0 \quad (11)$$

em que $j = 1, 2, \dots, n$ *outputs* de cada DMU; $i = 1, 2, \dots, m$ *inputs* de cada DMU.

Esta formulação envolve a obtenção de valores para u e v , de tal forma que a medida de eficiência para i -ésima DMU seja maximizada, sujeita à restrição de que as medidas de eficiência de todas as DMUs sejam menores ou iguais a um. Aquelas DMUs com “score” igual a 1 são eficientes e constituem a fronteira eficiente, conforme pode ser observado na Figura 3.



Fonte: LINS e MEZA (2000).

Figura 3 - Fronteira de produção.

A DMU “D” apresenta *score* igual a unidade, logo, está na fronteira. As outras DMUs são ineficientes, apresentam *score* menor que 1, portanto, estão fora da fronteira. Este modelo pode ser linearizado, tornando possível a solução

por meio de métodos de programação linear convencionais e apresenta a seguinte representação:

$$\begin{aligned}
 & \text{Max}_{u,v}: (u' y_j), & (12) \\
 & \text{Sujeito a:} & \\
 & \quad v' x_i = 1 & \quad i = 1, 2, \dots, m \\
 & \quad u' y_j - v' x_i \leq 0, & \quad j = 1, 2, \dots, n \\
 & \quad u, v \geq 0
 \end{aligned}$$

Segundo GOMES (1999a), na análise DEA, o modelo linear deve ser aplicado a cada DMU, para obtenção das medidas de eficiência de cada uma. Por meio da dualidade em programação linear, pode-se derivar uma forma envoltória do problema anterior. Para COELLI et al. (1998), o problema dual envolve menor número de restrições que o primal, uma vez que, normalmente, o número de DMUs supera a soma de insumos e produtos. A forma envoltória é dada por:

$$\begin{aligned}
 & \text{MIN}_{\theta, \lambda} \theta, \\
 & \text{sujeito a:} \\
 & \quad -y_i + Y\lambda \geq 0, \\
 & \quad \theta x_i - X\lambda \geq 0, \\
 & \quad \lambda \geq 0, & (13)
 \end{aligned}$$

em que θ é uma escalar, cujo valor será a medida de eficiência da i -ésima DMU; a primeira restrição diz que a DMU em observação tem que produzir no mínimo o que era produzido anteriormente; a segunda diz que, não deve haver nenhuma combinação de insumos das outras DMUs da análise, que seja menor que a dela; a terceira trata da não negatividade e tem valores compreendidos entre 0 e 1.

Se todas as restrições são atendidas, o grau de eficiência da DMU será 1, caso contrário, será menor que 1, sendo, portanto, ineficiente. As DMUs eficientes apresentam o valor do parâmetro λ igual a zero. Já, para as ineficientes, os valores de λ serão os pesos utilizados na combinação linear de outras DMUs eficientes, que influenciaram a projeção da DMU ineficiente sobre a fronteira calculada. A classificação de uma DMU como ineficiente pode ser influenciada

por uma ou mais eficientes. Estas eficientes, quando combinadas, ponderadas pelos λ , formam uma DMU virtual para a unidade ineficiente e são chamadas de pares ou *benchmarks* (GOMES, 1999a). A Figura 4 ilustra esta situação.

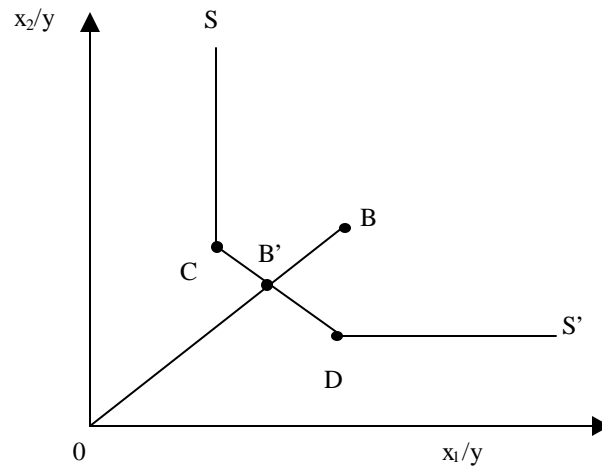


Figura 4 - Eficiência técnica e *benchmarks*.

Observando-se a Figura 4, as DMUs C e D estão sobre a fronteira, são eficientes e influenciam o resultado de B, que é ineficiente. C e D são as *benchmarks* de B. GOMES (1999a) cita que para o cálculo efetivo do grau de eficiência, há que se considerar também, o problema de excesso ou folga de insumos presentes em DMUs cuja fronteira linear seja paralela aos eixos. GOMES (1999a) apresenta uma revisão para o cálculo sobre o excesso ou folga de insumos.

2.2.3. Modelos com retornos variáveis à escala (BCC)

Banker et al. (1984), citados por COELLI et al. (1998), propuseram uma reformulação nos modelos com retornos constantes à escala, possibilitando análises com retornos variáveis para as DMUs. Este modelo contempla melhor

as análises para aquelas DMUs que não estejam operando em escala ótima, pois permite avaliações livres do efeito de escala. Para a técnica DEA, escala ótima refere-se à medida de eficiência relativa aos retornos constantes à escala e não necessariamente ao ponto de mínimo na curva de custo médio de longo prazo.

A pressuposição de retornos variáveis é obtida adicionando-se uma restrição de convexidade no problema de programação linear com retornos constantes. Considerando-se o modelo dual e adicionando a restrição, tem-se:

$$\begin{aligned}
 & \text{MIN}_{\theta, \lambda} \theta, \\
 & \text{sujeito a:} \\
 & \quad -y_i + Y\lambda \geq 0, \\
 & \quad N_1\lambda = 1, \\
 & \quad \lambda \geq 0,
 \end{aligned} \tag{14}$$

em que N_1 é um vetor de $(n \times 1)$ de uns. Com esta restrição, o conjunto convexo formado apresenta uma superfície mais compacta, permitindo a obtenção de θ com valores superiores aos encontrados nos modelos de retornos constantes. Desta forma, se uma DMU é eficiente no modelo CCR, ela também será no modelo BCC, pois a medida de eficiência técnica obtida no modelo com retornos constantes, é composta pela medida de eficiência técnica no modelo de retornos variáveis e pela medida de eficiência de escala (SEIFORD e ZHU, 1999).

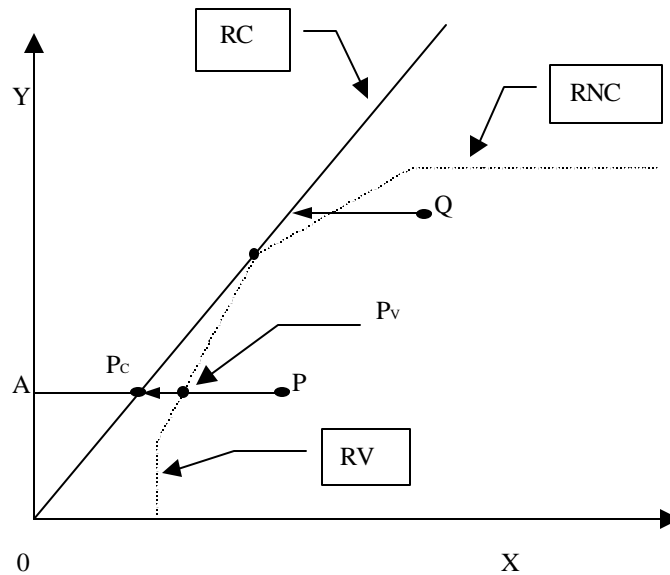
2.2.4. Eficiência de escala

Quando os valores de eficiência técnica obtidos pelos dois modelos (CCR e BCC) são diferentes para uma DMU qualquer, há ineficiência de escala, ou seja, a empresa não está operando com retornos constantes à escala. Esta ineficiência é calculada pela diferença entre os θ s encontrados para retornos variáveis e os encontrados para retornos constantes.

A Figura 5 apresenta uma situação comparativa entre os modelos com retornos crescentes do ponto de vista de eficiência técnica e de escala para um

insumo e um produto. Nela, RC indica a fronteira obtida pela técnica DEA para retornos constantes à escala. A linha pontilhada RV representa a fronteira para retornos variáveis.

Considere P na Figura 5 como uma DMU. Sob a pressuposição de retornos constantes, a distância PP_C indica a ineficiência técnica, enquanto PP_V refere-se à mesma medida para retornos variáveis. A diferença entre as duas, ou seja, o segmento $P_C P_V$ fornece a ineficiência de escala. As medidas do ponto P, em termos de razão, ou seja, limitadas entre zero e um, são:



Fonte: GOMES (1999a).

Figura 5 - Eficiência técnica e eficiência de escala.

$$\begin{aligned}
 ET_{I,RC} &= AP_C/AP, \\
 ET_{I,RV} &= AP_V/AP, \\
 EE_1 &= AP_C/AP_V,
 \end{aligned}
 \tag{15}$$

em que o subscrito I indica modelos com orientação insumo; RC, retornos constantes; e RV, retornos variáveis. Desta forma, pode-se deduzir que a medida de eficiência técnica com retornos constantes à escala (RC) é composta pelo produto da eficiência técnica com recursos variáveis (RV), também conhecida como pura eficiência técnica, e a eficiência de escala (EE). Esta medida de escala não informa se a DMU avaliada está operando em retornos crescentes ou decrescentes à escala. Sabe-se apenas se ela está operando na escala ótima ($EE = 1$), ou seja, com retornos constantes, ou com retornos variáveis ($EE \neq 1$). Este problema é contornado reformulando o problema de programação linear, incluindo a restrição de retornos não crescentes ou não decrescentes. Isto é obtido substituindo a restrição $N_1\lambda = 1$, em (14), por uma das restrições $N_1\lambda \leq 1$ e $N_1\lambda \geq 1$, respectivamente.

A fronteira obtida para o modelo com retornos não crescentes (RNC), plotada na Figura 5, é composta, inicialmente, por uma faixa da fronteira com retornos constantes, com origem em 0. Em seguida é formada por uma faixa da fronteira de retornos variáveis. Para determinar a natureza da escala de uma DMU qualquer, basta verificar se o coeficiente de eficiência técnica no modelo com retornos não crescentes é igual ao do modelo com retornos variáveis. Se forem diferentes, como é o caso do ponto P, então a DMU terá retornos crescentes à escala. Se forem iguais, como é o caso do ponto Q, ocorrerá uma situação de retornos decrescentes, isto é,

Se $ET_{RNC} = ET_{RV} \rightarrow$ Retornos decrescentes,

Se $ET_{RNC} \neq ET_{RV} \rightarrow$ Retornos crescentes.

Assim, para identificar se a firma está operando com retornos crescentes ou decrescentes, basta comparar o resultado encontrado para eficiência técnica, no modelo com retornos variáveis (RV), com aquele encontrado no modelo com retornos não decrescentes (RND), ou seja:

Se $ET_{RND} = ET_{RV} \rightarrow$ Retornos crescentes,

Se $ET_{RND} \neq ET_{RV} \rightarrow$ Retornos decrescentes.

GOMES (1999a) cita, também, a possibilidade de existência de modelos de congestão, ou seja, utilização excessiva de insumos. É mais uma

decomposição das medidas de eficiência no modelo de retornos constantes, além da pura eficiência técnica e eficiência de escala. Nesta situação, a DMU estaria operando no terceiro estágio da função de produção, onde a produção se manteria ou até diminuiria com o aumento do uso de insumos. É uma condição de retornos negativos. O detalhamento do seu cálculo pode ser obtido no trabalho deste autor.

2.2.5. Eficiência alocativa

Segundo GOMES (1999a), a eficiência alocativa de cada DMU pode ser calculada mediante um modelo de minimização de custos, após a determinação da eficiência técnica. Tomando-se como exemplo um modelo de orientação insumo com retornos variáveis, obtêm-se, inicialmente, os coeficientes de eficiência técnica para cada DMU. Em seguida, realiza-se o seguinte problema de minimização de custos:

$$\begin{aligned} & \text{MIN}_{\lambda, x_i^*} \quad w'_i x_i^*, \\ & \text{sujeito a:} \\ & \quad -y_i + Y\lambda \geq 0, \\ & \quad x_i^* - X\lambda \geq 0, \\ & \quad N_i\lambda = 1, \\ & \quad \lambda \geq 0, \end{aligned} \tag{16}$$

em que w_i é o vetor de preço dos insumos para a i -ésima DMU; e x_i^* é o vetor que minimiza os custos das quantidades de insumos para a i -ésima DMU, dados os preços dos insumos (w_i) e as quantidades de produtos (y_i). O modelo admite a variação de preços entre as DMUs. A medida de eficiência econômica total (EE), para a i -ésima DMU, seria dada pela razão entre o custo mínimo e o custo observado, ou seja,

$$EE = \frac{w'_i x_i^*}{w'_i x_i} \quad (17)$$

Como visto anteriormente, a eficiência econômica (EE) é obtida pelo produto entre a eficiência técnica (ET) e a eficiência alocativa (EA). Dessa forma, pode-se calcular, residualmente, a eficiência alocativa: $EA = EE/ET$. Segundo COELLI (1996), esse procedimento irá incluir todas as folgas dentro da medida de eficiência alocativa, uma vez que as folgas refletem a utilização de um “mix” de insumos inadequado.

2.3. Operacionalização

O desenvolvimento empírico deste trabalho é constituída das seguintes fases:

- Obtenção das medidas de eficiência dos produtores para os modelos fluxo monetário e estoque de capital, classificação e comparação dos sistemas de produção;
- Comparação dos produtores eficientes e ineficientes para cada sistema de produção de acordo com indicadores de eficiência técnica e econômica, para os modelos de fluxo monetário e estoque de capital;
- Avaliação da importância relativa dos insumos sobre o grau de eficiência das fazendas de cada sistema de produção e dos *benchmarks*, para os modelos de fluxo monetário e estoque de capital;
- Estratificação dos produtores de acordo com a escala de produção.

2.3.1. Obtenção das medidas de eficiência e comparação dos sistemas

Classificaram-se e tabularam-se os dados obtidos das fazendas quanto ao sistema de produção. Foram construídas matrizes $A(M \times N)$ para os grupos ou sistemas de gado puro, gado mestiço, gado zebu e para todas as fazendas.

Realizaram-se duas classificações para as medidas de eficiência das fazendas em estudo. Através destas classificações, definiram-se dois modelos.

A primeira delas refere-se à eficiência de cada fazenda na administração dos seus fluxos financeiros, que passa a ser denominada de fluxo. Este modelo de fluxo permitirá a avaliação da eficiência técnica no curto prazo. A segunda classificação refere-se à eficiência de cada fazenda relativa ao estoque de capitais utilizado, em cada unidade, para gerar a receita total, cuja denominação será estoque. Este modelo permitirá a avaliação da eficiência técnica das fazendas no longo prazo.

Para executar os modelos, construíram-se para cada uma das classificações, duas matrizes de dados, uma contendo os insumos utilizados pelos produtores, e outra relacionada com os produtos.

A matriz de fluxo (X), de ordem ($k \times n$), de k insumos e n DMUs de gado puro é de ordem $XH = [8 \times 33]$; para o gado mestiço ela é de ordem $XM = [8 \times 58]$; para o gado zebu ela é de ordem $XZ = [8 \times 14]$ e para todas as fazendas é de $XT = [8 \times 105]$. Executaram-se, também, modelos com o agrupamento de dois sistemas, ou seja, holandês x mestiço; holandês x zebu e mestiço x zebu, onde as suas matrizes apresentam os mesmos insumos e a soma das DMUs para cada agrupamento. Com este arranjo, objetivou captar as influências entre os grupos nos resultados de eficiência. A matriz Y de produtos ($m \times n$), de m produtos e n DMUs apresenta dois produtos ($m=2$), para todos os grupos ou agrupamentos. Desta forma, nesta classificação foram utilizadas 10 variáveis, sendo oito insumos e dois produtos.

A matriz de estoque obedeceu os mesmos critérios apresentados para a matriz de fluxo relativos às DMUs dos grupos ou agrupamentos. Já o número de variáveis modificou. São sete variáveis, com seis insumos ($k=6$) e um produto ($m=1$). Todas as variáveis foram medidas em valor monetário, a preços de outubro de 2001.

Para o modelo de fluxo as variáveis são:

- x1: mão-de-obra total envolvida na atividade (contratada ou familiar);
- x2: alimentos volumosos (silagens, feno, cana, pastagens);

- x3: alimentos concentrados (ração balanceada, farelos, caroço de algodão, polpa cítrica, minerais);
- x4: medicamento, vacina, vermífugo e produtos de higiene de ordenha;
- x5: inseminação artificial;
- x6: energia e combustíveis;
- x7: fluxo de serviços de benfeitorias, incluindo os gastos com reparos e os correspondentes à depreciação anual; para o cálculo da depreciação utilizou-se o método linear, descrito em HOFFMANN et al. (1987).
- x8: fluxo de serviços de máquinas e equipamentos, incluindo os gastos com reparos e os correspondentes à depreciação anual;
- y1: valor da produção de leite (vendas e autoconsumo); e
- y2: valor da venda de animais.

A análise DEA, para maior consistência nos resultados, requer que o número mínimo de DMUs seja igual ao dobro do somatório de insumos e produtos. Desta forma, foram suprimidas as variáveis relativas a transportes e impostos sobre o leite para todos os modelos. Acredita-se que elas influenciam menos nas medidas de eficiência, pois a alíquota de imposto é a mesma para todos. Quanto ao transporte, é uma variável que o produtor não tem controle. Esta pressuposição foi relaxada para o gado zebu, que apresenta apenas 14 das 20 DMUs que seriam necessárias.

Para o modelo de estoque, as variáveis, também medidas em valor monetário, são:

- x1: valor da terra utilizada na produção;
- x2: construções rurais (todas as instalações destinadas ao manejo dos animais, sala de ordenha e depósitos);
- x3: cercas;
- x4: tratores, implementos e máquinas utilizadas na produção;
- x5: ordenha e tanque de expansão;
- x6: animais, inclusive a variação de inventário ocorrida no ano;
- y1: valor da produção proveniente da venda de leite, venda de animais, auto consumo de leite e animais e variação de inventário animal.

Não se consideraram nas construções rurais as casas e as construções relativas à água. As casas porque, em sua maioria, são construções antigas e nem todas são utilizadas na produção. A água não entrou no vetor de insumo porque o valor da terra é correlacionado com a água. As terras com água abundante são mais valorizadas.

Após a organização das matrizes, executaram-se todos os modelos com orientação a insumo. Com esta orientação, objetivou-se encontrar a redução proporcional de todos os insumos sem afetar a quantidade produzida. Calcularam-se os modelos pelo procedimento de dois estágios propostos por COELLI et al. (1998), devido à existência de algumas entradas nulas nos vetores de insumos.

Num primeiro momento, através da programação linear, executaram-se todos os modelos pressupondo retornos constantes à escala. Neste caso, os resultados obtidos classificam os produtores em eficientes e ineficientes tecnicamente. Em seguida rodaram-se os modelos pressupondo retornos variáveis à escala, quando se obtiveram os resultados de pura eficiência técnica e de eficiência de escala. Obtiveram-se, também, para os produtores ineficientes em escala a sua classificação, se estão operando com retornos crescentes ou decrescentes à escala.

2.3.2. Comparação dos produtores

Obtidos os resultados através da técnica DEA, separaram-se os produtores em eficientes e ineficientes para todos os grupos e agrupamentos de acordo com a medida de eficiência técnica com retornos constantes à escala. Esta classificação possibilitará a comparação entre os sistemas, segundo seus indicadores de desempenho técnico e econômico, e a avaliação dos recursos necessários a cada grupo.

Segundo LINS e MEZA (2000), a metodologia de Análise Envoltória de Dados (DEA) é bastante sensível aos erros de coleta de dados e aos *outliers*. Desta forma, para os modelos de fluxo, consideraram-se eficientes aqueles

produtores com eficiência igual à unidade, em função da qualidade dos dados. Entretanto, para os modelos de estoque, optou-se por classificar como eficientes as DMUs com eficiência igual ou superiores a 90%, conforme proposto por ALVES e GOMES (1998). Esta flexibilização se deve ao caráter subjetivo de cada produtor, na atribuição de preço da terra, de benfeitorias, máquinas e animais. Nem sempre estes preços refletem o que o mercado está disposto a pagar.

Após a classificação, compararam-se os produtores, segundo os valores médios dos recursos disponíveis, perfil tecnológico e indicadores de eficiência técnica e econômica, para cada sistema de produção, que são:

- Produção diária de leite;
- Produtividade da terra, medida em litros de leite por hectare ano destinada à produção;
- Número total de vacas;
- Produtividade das vacas, medida em litros de leite por dia/vaca em lactação;
- Produtividade da mão-de-obra, medida pela receita total/gastos com mão-de-obra;
- Produtividade dos alimentos volumosos, medida pela receita total/gastos com alimentos volumosos;
- Produtividade do concentrado, medida pela receita total/gastos com concentrado;
- Custo operacional total (COT) unitário, medido pela razão entre o COT e a produção total. O custo operacional total refere-se a todos os gastos com o custo operacional efetivo (desembolsos) mais gastos com depreciações e mão-de-obra familiar;
- Renda bruta unitária, medida pela razão entre a renda bruta total e a produção total;
- Margem bruta, medida pela diferença entre renda bruta e custo operacional efetivo;
- Margem líquida, medida pela diferença entre a renda bruta e custo operacional total;

- Retorno sobre o investimento (RIMB), medido pela razão entre a margem bruta e o capital investido;
- Retorno sobre o investimento (RIML), medido pela razão entre a margem líquida e o capital investido;
- Relação entre capital investido e a produção total de leite.

Salienta-se que, para todos os indicadores relativos à produção de leite, o valor da produção é formado pela receita com leite e animais.

2.3.3. Importância relativa das variáveis na busca da eficiência

Nos modelos DEA, o grau de ineficiência de cada fazenda é dado pelas medidas dos movimentos radiais e de folga para cada insumo. Para estas firmas, eles são quantificados levando em consideração as firmas eficientes ou *benchmarks*, objetos da comparação.

De posse dos resultados, quantificou-se relativamente a influência de cada insumo na classificação dos produtores ineficientes, tanto para fluxo quanto para estoque. Esta medida orienta o tomador de decisão onde ele deve concentrar seus esforços na busca da eficiência econômica.

2.3.4. Estratificação dos produtores segundo escala de produção

Classificaram-se e compararam-se, entre os sistemas de produção eficientes e ineficientes, os produtores, de acordo com a escala de produção e renda disponíveis, para os modelos de fluxo. Neste item, objetiva-se expressar a importância da escala de produção sobre a eficiência dos produtores e na renda disponível.

Os produtores, para cada grupo, foram divididos em três estratos. O primeiro grupo com produção menor ou igual a 500 litros por dia. O segundo, com produção superior a 500 e menor que 1.000 litros por dia. O último estrato é formado por produtores com produção diária superior a 1.000 litros. Ressalta-se que a produção diária é formada pelo leite e equivalente leite obtido com a venda

de animais. A receita com animais foi convertida em litros de leite, dividindo-se a receita proveniente dos mesmos pelo preço recebido por litro de leite.

2.4. Fonte dos dados

Coletaram-se informações de um grupo de 105 fazendas de produção de leite onde esta é a principal atividade desenvolvida, em Minas Gerais. Classificaram-se as fazendas segundo a composição racial do rebanho e separaram-nas em três grupos: holandês ou puro, mestiço e zebu. Trinta e três fazendas compõem o grupo holandês. Cinquenta e oito fazendas foram classificadas como do grupo mestiço. Quatorze rebanhos representam o grupo zebu.

Optou-se por este grupo porque ele é constituído de fazendas possuidoras de informações sobre as tecnologias de produção empregadas, fluxos monetários e estoque de capital envolvido na atividade. Com isto, objetiva-se representar a realidade destes produtores e a daqueles que possuem o mesmo perfil de produção, constituindo, desta forma, um estudo de caso.

Os dados utilizados neste trabalho foram obtidos de fazendas de produtores de leite assistidas por técnicos da Equipe Prodap de Consultores em Produção Animal, de fazendas assistidas pelo Programa de Desenvolvimento da Pecuária de Leite da região de Viçosa (PDPL-RV), participantes do programa Educampo, participantes do programa Produtores Referência da ITAMBÉ, filiados à Cooperativa Central dos Produtores Rurais e em fazendas que não pertencem a estes programas, mas que possuem assistência técnica. Elas estão localizadas em diferentes bacias leiteiras. São 105 fazendas onde existem acompanhamentos de suas atividades e registros de fluxos de capitais, acompanhados por técnicos profissionais do setor. Desta forma, salienta-se que os dados não foram coletados através de questionários e, sim, da própria escrituração presente nas fazendas.

Os bancos de dados provenientes do PDPL-RV, Educampo e Produtores referência da Itambé foram fornecidos pelos técnicos responsáveis pelos

respectivos programas. Obteve-se o banco de dados da Equipe Prodap de Consultores em Produção Animal através do software Prodap Profissional® utilizado pelos técnicos nos seus trabalhos de gerenciamento das propriedades leiteiras. Coletou-se o restante dos dados mediante o levantamento dos registros encontrados nas fazendas, através de uma planilha Excel. Os dados de todas as fazendas foram transferidos para este modelo de planilha.

O programa Educampo contribuiu com 24 fazendas. Os programas PDPL-RV e Produtor Referência da Itambé forneceram 16 e cinco fazendas, respectivamente. A Equipe Prodap de Consultores em Produção Animal forneceu 42 fazendas. Os dados das 18 fazendas restantes foram obtidas diretamente nas propriedades rurais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Descrição da amostra

Obtiveram-se informações de 105 fazendas de produção de leite em diferentes mesorregiões de Minas Gerais. Os dados referem-se ao período de 12 meses compreendidos entre outubro de 2000 a setembro de 2001, com variação de mais ou menos dois meses. Todos os valores monetários foram corrigidos para outubro de 2001.

Classificaram-se as fazendas quanto às características genéticas ou raciais predominantes das suas vacas em holandês, mestiço e zebu. As fazendas com rebanho predominante de raça holandesa ou formada por animais oriundos de cruzamentos desta, com grau de sangue superior a $7/8$, constituíram o grupo holandês. Trinta e três fazendas compõem este grupo. Aquelas formadas por cruzamentos entre animais da raça pura ou holandesa e animais de raças zebuínas, com grau de sangue variando de $1/2$ até $7/8$ da raça holandesa, formaram o grupo mestiço. Cinquenta e oito fazendas foram classificadas neste grupo. Quatorze rebanhos receberam a classificação de zebu, formada predominantemente por animais zebuínos ou por cruzamentos com até $1/2$ sangue de raças holandesa e zebuína, mas que são manejados de forma extensiva. O número reduzido de unidades de zebu deve-se à dificuldade de encontrar

registros zootécnicos e econômicos nas propriedades manejadas de forma extensiva. Neste grupo foram introduzidas quatro fazendas localizadas no Norte do Estado do Espírito Santo, limítrofe à mesorregião do Vale do Mucuri, que passaram a ser consideradas desta mesorregião.

A Tabela 7 apresenta a distribuição das fazendas por mesorregião e por padrão racial.

Tabela 7 - Distribuição das fazendas por mesorregião e padrão racial

Mesorregião	Holandês	Mestiço	Zebu	Total
Triângulo e Alto Paranaíba	1	9	0	10
Sul/Sudoeste	24	3	0	27
Mata	5	12	0	17
Oeste de Minas	2	17	0	19
Central Mineira	0	7	0	7
Metropolitana	0	2	0	2
Rio Doce	0	0	3	3
Noroeste	0	2	0	2
Campos das Vertentes	1	2	0	3
Norte de Minas	0	2	2	4
Vale do Mucuri	0	2	9	11
Total	33	58	14	105

Fonte: Dados da pesquisa.

O maior número de fazendas pertence ao grupo mestiço. São 58 fazendas distribuídas principalmente nas mesorregiões do cerrado mineiro. A maior parte das 33 fazendas do grupo holandês está na mesorregião Sul/Sudoeste de Minas, tradicional bacia leiteira do Estado. Das 14 fazendas de gado zebu, 12 estão nos vales do Rio Doce e Mucuri, tradicional região de pecuária extensiva, explorada em terras férteis com pastagens de colônia. As cinco mesorregiões mais

importantes na produção de Minas Gerais contribuíram com 76,2% das informações, ou seja, 80 fazendas.

No período analisado, esta grupo de 105 fazendas produziu (vendas mais autoconsumo de leite) 44,2 milhões de litros de leite, utilizando 12.019 vacas. Isto corresponde a uma média de 1154 litros/dia por fazenda. A produtividade média das vacas em lactação foi de 13,8 litros/dia e a produtividade anual média de todas as vacas é de 3.681 litros. O número médio de vacas ordenhadas foi de 8.773, que corresponde a 73% de vacas em lactação. Admitindo a correlação entre vacas em lactação e partos, pode-se dizer que o intervalo médio entre partos foi de 16,4 meses para as vacas do estudo. A produtividade da terra, medida em litros por hectare, foi de 3.832.

Os valores encontrados para os parâmetros apresentados são bem superiores aos nacionais. Isto deve-se, basicamente, ao perfil profissionalizado das fazendas que compõem o trabalho. Todos os produtores possuem acompanhamento técnico de profissionais das ciências agrárias. A tecnologia de tanques de expansão é realidade para todos. Em 74,3% das fazendas, ou seja, 78 fazendas, a ordenha é feita mecanicamente. Cabe ressaltar que apenas uma fazenda de gado zebu possui esta tecnologia. Todas as fazendas possuem algum tipo de suplementação no período da seca, mesmo que seja somente cana e uréia. Somente nove fazendas não possuem inseminação artificial.

Acredita-se que as fazendas analisadas sejam representativas daquelas que respondem pela maior parte da produção nacional. GOMES (2001a), trabalhando com dados de produtores da Itambé, com produção acima de 500 litros, encontrou números parecidos com os deste estudo. A produção foi de 974 litros/dia; a produção por hectare e por vaca em lactação foi de 3.233 litros/ano e 14,12 litros/dia, respectivamente. Os produtores da Itambé, com produção superior a 500 litros/dia, respondem por 59,51% do leite recebido e representam apenas 16,28% do total de fornecedores. GOMES (2001a), de acordo com estes números, indicou a necessidade da análise segmentada para melhor entender as recentes transformações na produção de leite.

3.2. Caracterização dos sistemas de produção

As características de cada sistema de produção são apresentadas nesta parte. Serão caracterizados quanto aos recursos disponíveis, a tecnologia adotada, os índices de produtividades parciais e alguns indicadores financeiros. Com esta divisão, pretende-se apresentar o perfil dos produtores de cada grupo racial. O sistema de gado puro ou holandês passará a ser denominado apenas de holandês. Os valores apresentados referem-se à média, desvio padrão, máximo e mínimo para cada indicador. Com eles, objetiva-se possibilitar a avaliação dos sistemas de produção deste estudo, uma vez que estas estatísticas descritivas podem não ser representativas da realidade de Minas Gerais.

A produção média dos três sistemas está presente na Tabela 8.

Tabela 8 - Produção diária por sistema de produção, em litros

Itens	Holandês	Mestiço	Zebu
Média	1.598	1.052	531
Desvio-padrão	1.539	935	280
Máximo	6.503	6.229	1.055
Mínimo	182	93	180

Fonte: Dados da pesquisa.

O sistema de gado holandês apresentou uma média de produção 1.598 litros/dia. Ela é 51,9% superior ao mestiço e três vezes maior que a do zebu. O sistema de gado mestiço é, praticamente, duas vezes superior ao zebu. Os desvios padrões mostram a grande dispersão dos valores da produção diária nos três sistemas. Isto mostra que há diferentes escalas de produção nos três sistemas. Os valores mínimos das fazendas de gado holandês e zebu são superiores à média

dos produtores dos 12 maiores laticínios do Brasil, que é de 135 litros/dia (ZOCCAL, 2001). O menor produtor do trabalho produz 93 litros/dia e é do grupo mestiço.

Distribuindo-se as 105 fazendas em três estratos de produção com intervalos de 500 litros, encontram-se no estudo, 26,67% dos produtores com média diária inferior a 500. No intervalo entre 500 e 1.000 litros, existem 35,23% dos produtores. No maior estrato, ou seja, maior que 1.000 litros/dia, estão 38,10% dos produtores.

Classificando-se os produtores quanto aos grupos, existem no primeiro estrato oito produtores de holandês, 13 de mestiço e sete de zebu. No estrato entre 500 e 1.000 litros, há oito de holandês, 23 de mestiço e seis de zebu. Com produção superior a 1.000 litros, são 17 produtores com sistemas de gado holandês, 22 com mestiço e apenas um com zebu.

Nos resultados encontrados para a produção, o que mais se distancia da realidade esperada é o do sistema de gado zebu. Em média, as 14 propriedades que compõem este grupo produziram 531 litros/dia no período avaliado. SOUZA (2000), trabalhando com uma amostra representativa dos produtores de Minas Gerais, com dados referentes ao ano de 1996, encontrou uma média de 78 litros/dia. A diferença entre os dois valores é de 6,8 vezes, em favor do estudo atual. O maior produtor de gado zebu da amostra de 1996, produziu 325 litros/dia, 61,0% da média dos atuais. SOUZA (2000) encontrou somente 7,0% dos produtores com produção acima de 250 litros. No trabalho atual, os que produzem acima deste valor representam a maioria.

3.2.1. Recursos disponíveis

Neste tópico, consideraram-se os recursos disponíveis para produção. Optou-se por trabalhar com medidas de valor monetário para todos os recursos, inclusive a terra. Esta opção deve-se ao fato da existência de diferenças entre os preços da terra nua nas diferentes mesorregiões. O preço por hectare atribuído à terra nua na mesorregião Sul/Sudoeste de Minas foi o maior entre todas, sendo

pelo menos quatro vezes superior ao da mesorregião Noroeste e duas vezes ao da mesorregião Mucuri. Na Tabela 9 encontram-se os valores referentes à terra para produção.

Tabela 9 - Estatísticas da terra utilizada, em reais, para cada tipo de sistema de produção de leite

Itens	Holandês	Mestiço	Zebu
Média	296.990	273.127	464.796
Desvio-padrão	296.943	263.524	534.971
Máximo	1.436.400	1.185.111	2.118.200
Mínimo	15.300	14.500	67.000

Fonte: Dados da pesquisa.

Os recursos médios em terra utilizados na atividade leiteira foram de R\$ 296.990,00, R\$ 273.127,00 e R\$ 464.796,00 para os sistemas de gado holandês, mestiço e zebu, respectivamente. Observa-se que os valores imobilizados nos sistemas holandês e mestiço são próximos. Já o sistema de zebu é mais intensivo neste recurso em 56,5% que o gado holandês e em 70,2% que o gado mestiço. O hectare de terra mais barato foi encontrado na mesorregião Noroeste, com um valor de R\$ 480,00. O mais caro foi na Sul/Sudoeste de Minas com um preço de R\$ 4.000,00.

Comparando-se estes sistemas do ponto de vista da área utilizada, encontraram-se para os sistemas de holandês, mestiço e zebu, 108, 221 e 409 hectares em média, respectivamente. Os sistemas de mestiço utilizam na produção o dobro da terra do holandês e, praticamente, a metade da terra do zebu. Desta forma, observa-se que os sistemas de holandês estão localizados em terras mais valorizadas que os sistemas de mestiço e zebu.

Comparando-se aos números encontrados por SOUZA (2000), a área das fazendas deste estudo, utilizada na produção pelo sistema holandês, praticamente, dobrou, a do mestiço, aumentou 36,1% e, a do sistema zebu, saiu de 143 para 409 hectares, em média. De acordo com o Censo Agropecuário 95/96 (IBGE, 2001), onde se apresentam os estratos de área de pastagem para a produção de leite, a média do estudo atual está dentro de um estrato de 17,15% dos produtores. Ela é maior que 74,62% das propriedades de Minas Gerais.

Na Tabela 10, apresentam-se os resultados referentes aos gastos com benfeitorias, nos três sistemas.

Tabela 10 - Estatísticas dos valores imobilizados em benfeitorias utilizadas por cada tipo de sistema de produção de leite, em reais

Itens	Holandês	Mestiço	Zebu
Média	132.738	95.195	66.544
Desvio-padrão	201.066	98.722	44.174
Máximo	1.185.700	660.000	170.425
Mínimo	10.962	6.416	18.180

Fonte: Dados da pesquisa.

Os valores médios imobilizados, encontrados para os três sistemas apontam o sistema holandês como mais intensivo neste recurso. O mestiço tem posição intermediária e o zebu é o menos intensivo. Gastaram-se em média, com benfeitorias, R\$ 132.728,00 no sistema holandês, o dobro do que foi gasto no sistema zebu. O custo fixo das benfeitorias do sistema mestiço é 28,2% menor que o holandês e 43,1% maior que o zebu.

Os itens principais que compõem as benfeitorias são instalações para manejo do rebanho (currais, estábulos, pistas de alimentação, *free stall*), cercas,

depósitos e salas de ordenha. As participações relativas das quatro benfeitorias, para os três sistemas foram: 44,6%; 16,7%; 19,8% e 18,9% para o sistema holandês. No sistema mestiço a participação foi de 34,7%; 30,5%, 18,1% e 16,7%. Para o zebu, os gastos com instalações correspondem a 45,6%; 41,4% com cercas; 8,1% com depósitos e 4,6% com sala de ordenha.

Em todos os sistemas, os maiores gastos são com instalações para manejo do rebanho. O gasto relativo das fazendas de holandês estão coerentes com as instalações mais robustas, necessárias aos sistemas mais confinados, onde há muitas estruturas para manejo do rebanho e poucas cercas. Em sistema de zebu, gasta-se mais com curral de manejo e com cerca devido às características extensivas da criação. O mestiço apresenta características intermediárias entre o holandês e zebu. Observa-se que os gastos com depósito e sala de ordenha são muito parecidos para os sistemas de holandês e mestiço, indicando que estes sistemas buscaram se estruturar para produzir leite, com armazenamento de alimentos e instalações mais modernas.

Na Tabela 11, encontram-se os valores imobilizados em máquinas nas propriedades.

Tabela 11 - Valores imobilizados em máquinas utilizadas por tipo de sistema de produção de leite, em reais

Itens	Holandês	Mestiço	Zebu
Média	83.364	69.517	25.128
Desvio-padrão	64.488	77.550	20.461
Máximo	283.000	386.290	71.092
Mínimo	9.724	3.952	3.422

Fonte: Dados da pesquisa.

Gasta menos em média, neste recurso, o sistema zebu. Nas fazendas de gado zebu, quem gasta mais, imobiliza menos recursos que a média do holandês e, praticamente, a mesma quantidade que a média dos sistemas mestiços. Os sistemas de holandês imobilizam em máquinas 20% a mais que os sistemas mestiços.

Decompondo máquinas em tratores e veículos, implementos agrícolas, tanques de expansão e ordenha mecânica, tem-se a seguinte distribuição dos recursos nesta ordem: sistema zebu 32,7%; 30,7%; 33,8% e 2,8%. Para o mestiço, a distribuição é 34,9%; 33,3%; 15,0% e 16,8%. No sistema holandês, o capital em máquinas foi distribuído em 42,4% em tratores; 25,2% em implementos; 15,1% em tanques de expansão e 17,3% em ordenha. Chama-se a atenção para o sistema zebu, onde o maior gasto foi com tanque de expansão e o pequeno gasto com ordenha. Os gastos com ordenha e tanques para os outros dois sistemas são praticamente os mesmos. Das fazendas avaliadas, 20% não possuem trator, sendo cinco de gado zebu, 10 de gado mestiço e seis de gado holandês. Todas figuram dentro do estrato de produção menor que 500 litros/dia.

O capital imobilizado em animais encontra-se na Tabela 12.

Tabela 12 - Valores imobilizados em animais pelas propriedades leiteiras de cada sistema de produção, em reais

Itens	Holandês	Mestiço	Zebu
Média	259.914	203.652	221.160
Desvio-padrão	264.918	184.428	241.007
Máximo	1.347.000	1.061.210	1.009.840
Mínimo	32.000	11.523	48.800

Fonte: Dados da pesquisa.

Entre todos os recursos disponíveis, os três sistemas se aproximam mais no capital imobilizado em animais. Imobiliza-se mais em animais o sistema holandês, com R\$ 259.914,00. Este valor é 17,5% superior ao utilizado pelo zebu. O sistema zebu imobiliza R\$ 221.160,00, que é 8,6% a mais que o mestiço. A fazenda que menos imobiliza capital em gado é do sistema de mestiço e é a mesma que tem a menor produção diária.

Analisando as fazendas sob a ótica do número total de vaca, os sistemas de gado holandês têm em média 112 vacas, os mestiços apresentam 115 e os sistemas zebras possuem 121 vacas. As vacas holandesas possuem maior valor agregado, seguido das mestiças e das zebras. O maior capital encontrado para o sistema zebu, quando comparado ao mestiço, deve-se ao maior número de animais deste tipo de sistema na fase de recria de fêmeas e recria - engorda de machos, presentes em algumas fazendas.

Os recursos terra, benfeitorias, máquinas e animais, quando analisados dentro dos grupos, apresentam a seguinte distribuição: Holandês com 37,0% em terra; 16,8% em benfeitorias; 12,0% em máquinas e 34,2% em animais. Mestiço com 40,8%; 15,7%; 10,6% e 32,9% na mesma ordem. O sistema zebu, seguindo o mesmo critério, apresentou 53,7%; 11,1% 4,7% e 30,5%. As maiores diferenças entre os três sistemas são encontradas nos recursos terra e máquinas.

Nesta seção foram apresentados os recursos utilizados pelos três sistemas de produção na atividade leiteira. Todos foram apresentados na forma de valor monetário e discutidos com relação as suas médias. Ressalta-se a grande dispersão dos dados.

No recurso terra, os sistemas de gado zebu foram mais intensivos neste recurso, seguido pelos sistemas holandeses e mestiços. Se analisados do ponto de vista de área utilizada, a ordem entre o sistema mestiço troca de posição com o holandês.

No recurso benfeitoria, o sistema holandês foi o mais intensivo, seguido do mestiço e zebu. Todos os sistemas gastam mais neste recurso, com instalações de manejo. O sistema zebu é o mais intensivo em cercas. Os gastos em depósitos e sala de ordenha são similares entre os sistemas holandês e mestiço.

A imobilização em máquinas seguiu a mesma ordem das benfeitorias. Neste recurso, os sistemas holandês e mestiço apresentam distribuição parecida entre os seus componentes. O maior gasto no sistema zebu é com tanques de expansão. No recurso animais há poucas diferenças.

3.2.2. Insumos e serviços

Nas fazendas leiteiras, utiliza-se um enorme complexo de insumos e serviços. Neste trabalho eles foram agrupados em oito classes a saber: mão-de-obra total; alimentos volumosos; alimentos concentrados; medicamentos; inseminação artificial; energia; fluxo de serviços com benfeitorias e fluxo de serviços com máquinas. Os valores se referem aos gastos no período e estão em reais.

A mão-de-obra total refere-se à contratada, familiar e serviço de assistência técnica. Atribuiu-se à mão-de-obra familiar, onde o proprietário não havia especificado um custo direto, o valor de três salários mensais, sem encargos sociais, correspondente ao menor salário de um técnico agrícola ou responsável pela produção de leite nas fazendas avaliadas. Acredita-se que este seja o mínimo para remunerar quem exerce a função de administrador de uma unidade de produção de leite.

Os alimentos volumosos compreendem as pastagens, fenos, silagens, capim elefante e cana/uréia. O volumoso predominante no sistema holandês é a silagem de milho, que a maioria dos produtores fornece o ano todo. No sistema mestiço encontra-se um misto de pastagens nas águas e silagens na seca. Encontram-se silagens de capim elefante, de pasto de braquiária brizantha, de sorgo e de milho. Os concentrados são as rações balanceadas comerciais e ou formulações balanceadas na própria fazenda e todos os gastos com minerais.

No item medicamento, encontram-se os medicamentos propriamente ditos, vermífugos, vacinas e produtos de higiene e limpeza de ordenha. Encontram-se, também, o uso de hormônio somatotropina como estimulante da produção. Inseminação artificial refere-se aos gastos com sêmen, nitrogênio, luvas e

bainhas utilizados no período analisado. Energia e combustível referem-se ao que se utilizou na produção de leite diretamente. Aquela utilizada em tratores para plantio e colheita foram apropriadas para alimentação volumosa. Os fluxos de serviços em benfeitorias e máquinas estão relacionados aos gastos diretos para manutenção e o valor da depreciação.

Na Tabela 13 encontram-se os valores referentes aos gastos com mão-de-obra para os três sistemas.

Tabela 13 - Valores gastos com mão-de-obra total na produção de leite de cada sistema de produção, em reais por ano

Itens	Holandês	Mestiço	Zebu
Média	40.517	31.632	23.531
Desvio-padrão	35.307	20.437	19.419
Máximo	163.049	100.818	87.092
Mínimo	5.036	2.587	10.173

Fonte: Dados da pesquisa.

Os gastos com mão-de-obra foram de R\$ 40.517,00 reais para o sistema holandês, R\$ 31.632,00 para o sistema mestiço e R\$ 23.531,00 para o zebu. Isto representa um desembolso médio de 28,1% a mais no sistema holandês, quando comparado ao mestiço. Este é superior ao zebu em 34,4%. Entretanto, analisando a participação relativa dos gastos com a mão-de-obra, dentro de cada sistema no custo operacional total, tem-se o sistema zebu como mais intensivo neste insumo, com 31,4%. Em seguida, tem-se o sistema mestiço com 21,8% e, por último, o menos intensivo, o sistema holandês com 18,6%. O mínimo desembolsado por um sistema holandês foi de 8,3%. Para o sistema mestiço, o mínimo foi de 11,4% e para o zebu foi de 15,1%.

Os gastos com alimentos volumosos são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 - Valores gastos com alimentos volumosos na produção de leite de cada sistema de produção, em reais por ano

Itens	Holandês	Mestiço	Zebu
Média	46.261	28.714	8.974
Desvio-padrão	55.203	28.246	8.771
Máximo	273.593	187.065	29.625
Mínimo	2.988	864	594

Fonte: Dados da pesquisa.

Neste insumo, o desembolso médio do sistema holandês foi de R\$ 46.261,00 reais, que é 61,1% superior ao do sistema mestiço. Em relação ao sistema zebu, o sistema holandês gasta 5,2 vezes mais. O sistema mestiço, em relação ao zebu, gasta 3,2 vezes mais.

Estes números refletem o caráter mais extensivo zootecnicamente do rebanho no sistema zebu, centrado nas pastagens como volumoso principal. O sistema mestiço apresenta gastos intermediários aos outros dois. Ele utiliza um misto de pasto que é mais barato e forragens conservadas que são mais caras. O sistema holandês é manejado em confinamento total ou de forma semi-intensiva zootecnicamente e praticamente não utiliza pasto como volumoso. A forma de manejar os rebanhos dos três sistemas está muito relacionada à exigência nutricional das vacas e ao conforto dos animais, principalmente com relação ao clima tropical. A ordem de exigência nutricional e *stress* calórico é na mesma seqüência dos gastos, ou seja, holandês, mestiço e zebu.

Analisado dentro do sistema de produção, a participação relativa deste insumo nos sistemas holandês e mestiço é a mesma, na ordem de 17,6% do custo operacional total. No sistema zebu, o gasto médio é de 10,5%.

O concentrado é um dos insumos mais importantes na produção de leite. Sua importância cresce à medida que a produtividade das vacas cresce. A Tabela 15 apresenta os gastos com este insumo.

Tabela 15 - Valores gastos com alimentos concentrados na produção de leite de cada sistema de produção, em reais por ano

Itens	Holandês	Mestiço	Zebu
Média	95.593	54.102	17.474
Desvio-padrão	99.680	49.154	12.352
Máximo	405.652	323.657	42.491
Mínimo	8.497	3.391	5.001

Fonte: Dados da pesquisa.

O sistema holandês é o que mais gasta com este insumo, tanto em valores absolutos quanto relativos. Ele gasta em média R\$ 95.593,00 reais, o que representa 36,7% do seu custo operacional total (COT).

O sistema mestiço vem a seguir com um desembolso de R\$ 54.102,00 reais, equivalente a 33,8% do COT. O sistema zebu gasta menos nos dois sentidos, com R\$ 17.474,00 reais e 24,2% de participação relativa no COT. Os gastos encontrados estão compatíveis ao nível de exigência nutricional para manutenção e reprodução e com o potencial de resposta na produção pelos animais de cada sistema.

Alimentos concentrados e volumosos têm que ser vistos como um binômio necessário para atender às exigências nutricionais do rebanho. Eles não

se comportam como substitutos perfeitos, em função da fisiologia dos ruminantes.

O sistema holandês possui maiores exigências e maior capacidade de resposta. Ele é seguido pelo mestiço e pelo zebu. Forragens tropicais não são capazes de atender a todos os requisitos das vacas holandesas, havendo sempre a necessidade de utilização de concentrado para todo o rebanho, indicando menor flexibilidade deste sistema. Elas atendem aos requisitos das vacas do sistema zebu no período das águas e com um pequeno ajuste no aporte protéico, atende na seca.

O sistema mestiço depende da produtividade das vacas, mas pastagens bem manejadas nas águas e silagens ou cana/uréia na seca, com concentrado ajustado a produção, atende aos requisitos nutricionais. Para determinadas categorias não há suplementação concentrada neste sistema. Neste sentido, é um sistema mais flexível.

Os minerais incluídos em todos os sistemas são utilizados de acordo com a exigência de cada tipo de rebanho. Ressalta-se que no sistema zebu ele tem um peso relativo superior aos demais.

A sanidade é um importante fator no desempenho de todos os sistemas. Sem um bom manejo sanitário, toda produção pode ser comprometida, tanto sob o ponto de vista quantitativo quanto qualitativo. Na Tabela 16 encontram-se os valores referentes a medicamentos, vacinas, vermífugos, hormônios e higiene e limpeza.

O sistema holandês gastou em média R\$ 17.205,00 reais. O mestiço desembolsou R\$ 7.989,00 reais e o sistema zebu R\$ 4.948,00. Em média, o sistema holandês gastou 2,2 vezes mais que o mestiço e 3,5 mais que o zebu.

Comparando-se os gastos com medicamentos e a produção de leite obtida, observa-se que os produtores de gado holandês, realmente, desembolsam mais neste insumo. O sistema holandês produz 1,5 vez mais leite que o mestiço e 3,0 vezes mais que o zebu.

Tabela 16 - Valores gastos com a sanidade na produção de leite de cada sistema de produção, em reais por ano

Itens	Holandês	Mestiço	Zebu
Média	17.205	7.989	4.948
Desvio-padrão	17.967	6.848	3.589
Máximo	62.384	39.908	13.052
Mínimo	951	485	1.200

Fonte: Dados da pesquisa.

Valendo-se desta mesma comparação, observa-se que o sistema zebu gasta mais, relativamente, que o sistema mestiço. Enquanto este produz o dobro do leite do sistema zebu, o desembolso neste insumo é de apenas 61,5% maior.

A explicação para este fato deve-se ao elevado gasto com produtos carrapaticidas e mosquicidas pelos produtores do Vale do Mucuri, devido ao microclima desta região, propício ao desenvolvimento destes ectoparasitas.

A participação relativa deste insumo dentro de cada sistema no custo operacional total foi de 6,5% para o holandês, 5,0% para o mestiço e 7,3% para o zebu. A criação intensiva do gado holandês explica este gasto superior ao do mestiço. Os problemas de casco, mamite e reprodutivo são mais frequentes neste sistema e acarretam maior desembolso.

A inseminação artificial e energia apresentam um comportamento parecido. Em ambas, o sistema holandês gasta mais, seguido do mestiço e zebu. Em média, são gastos em inseminação artificial R\$ 3.149,00, R\$ 2.540,00 e R\$ 1.432,00 reais, para os respectivos sistemas. Nos três sistemas há fazendas que não utilizam este insumo. Em energia, são gastos em média R\$ 4.923,00 reais no sistema holandês, R\$ 3.945,00 no mestiço e R\$ 2.170,00 reais no sistema zebu.

No que diz respeito aos fluxos de serviços em benfeitorias e máquinas, referentes à manutenção e à depreciação, os valores estão na Tabela 17.

Tabela 17 - Valores gastos com fluxos de serviços em benfeitorias e máquinas, na produção de leite de cada sistema de produção, em reais por ano

Itens	Holandês	Mestiço	Zebu
Média	21.107	17.509	7.921
Desvio-padrão	16.603	14.274	5.473
Máximo	80.905	60.017	24.161
Mínimo	2.147	2.180	2.391

Fonte: Dados da pesquisa.

Observa-se que o sistema holandês novamente desembolsa mais que os demais. São R\$ 21.107,00 reais. Este valor é 20,5% superior aos R\$ 17.509 reais gastos no sistema mestiço e 2,7 vezes superior aos R\$ 7.921,00 reais despendidos pelo sistema zebu. Os valores estão correlacionados aos capitais fixos em benfeitorias e máquinas, indicando maiores gastos para os sistemas mais intensivos nestes fatores de produção.

A participação relativa dos fluxos de serviços dentro dos respectivos custos operacionais totais, tem-se no sistema zebu o maior gasto com benfeitorias (7,2%) e no sistema holandês o maior gasto com máquinas (6,5%). Quanto aos menores gastos, os dois sistemas referidos invertem as suas posições. O sistema holandês gasta 4,4% com benfeitorias e o zebu gasta 3,5% com máquinas. O sistema mestiço gasta 5,0% com benfeitorias e 6,1% com máquinas.

Nesta seção foram apresentados os principais insumos utilizados pelos três sistemas de produção na atividade leiteira. Todos foram apresentados na forma de valor monetário, e discutidos com relação a suas médias. Ressalta-se,

novamente, a grande dispersão dos dados. Os valores são correlacionados com a produção diária de cada sistema. Não se incluiu na discussão gastos com transportes e impostos, mas que compõem o custo operacional total, objeto de comparações. Desta forma, o somatório da participação relativa apresentada não totaliza 100%.

Observa-se que os gastos com mão-de-obra, alimentos volumosos e alimentos concentrados no custo operacional total de qualquer sistema são superiores a 66%, que correspondem ao desembolso do sistema zebu. Comparando o sistema holandês ao mestiço, os gastos com volumosos são similares, 17,7% e 17,6% para os mesmos. O sistema holandês é mais intensivo no insumo concentrado (36,7%) e menos em mão-de-obra (18,6%). O sistema mestiço também é mais intensivo em concentrado, mas despense 33,8% neste insumo e 21,8% em mão-de-obra. O sistema zebu é mais intensivo em mão-de-obra. A participação relativa dos insumos apresentados na mesma ordem é de 31,4%, 10,5% e 24,2%, para o zebu.

Dada a importância relativa destes insumos nos três sistemas, os esforços na busca da eficiência econômica devem considerá-los prioritariamente. Neste sentido, a opção por sistemas mais flexíveis na utilização dos mesmos deve, também, ser considerada.

3.2.3. Produtividades

Serão apresentadas algumas medidas de produtividade para caracterização dos sistemas de produção de leite. Para os fatores, apresenta-se a produtividade das vacas ordenhadas e a produtividade da terra, em litros de leite. Para insumos, apresenta-se a produtividade da mão-de-obra medida em litros de leite pelo gasto com a mão-de-obra. A produtividade de todos os insumos será medida pela renda bruta sobre o custo operacional efetivo e sobre o custo operacional total.

A produtividade das vacas refere-se ao volume total médio, diário, de leite (vendas e autoconsumo) produzido no período pelo número médio de vacas

em lactação. A média da produção diária das vacas em lactação do sistema holandês é de 18,9 litros/dia, 50% superior ao do sistema mestiço e, praticamente, três vezes a média diária das vacas do sistema zebu. Os resultados estão apresentados na Tabela 18.

Tabela 18 - Produtividade da vaca em lactação de cada sistema de produção, em litros por dia

Itens	Holandês	Mestiço	Zebu
Média	18,9	12,6	6,6
Desvio-padrão	4,0	2,6	1,3
Máximo	25,9	18,6	8,2
Mínimo	12,1	8,3	4,1

Fonte: Dados da pesquisa.

Os valores encontrados neste estudo são superiores aos nacionais e, também, superiores aos encontrados para Minas Gerais, apresentados por SOUZA (2000). SOUZA (2000) encontrou uma média de 17,0 litros/dia por vaca no sistema holandês, 7,7 litros/dia no sistema mestiço e 4,0 litros no sistema zebu, com base em dados do ano de 1996, principalmente. Comparando as médias entre as fazendas analisadas e a amostra de 1996, a produtividade do sistemas atuais foram superiores em 11,1%, 63,6% e 65,0%, para holandês, mestiço e zebu, respectivamente.

Analisando-se as fazendas estudadas sob a ótica da produtividade do total das vacas, o sistema holandês apresenta média de 13,7 litros/dia, o mestiço de 10,3 e o zebu de 4,6 litros/dia. O sistema holandês apresenta, em média, 72,6% das vacas em lactação ao longo do ano, o mestiço, 74,2% e o zebu, 69,2%. Vale lembrar que esta relação não é constante durante todos os meses do ano,

sobretudo no sistema zebu, que apresenta a maior sazonalidade entre os períodos de seca e água.

Apresentou-se a produtividade da terra em litros de leite por hectare. Neste parâmetro incluiu-se o equivalente leite obtido com as vendas de animais. Dividiu-se o valor das vendas pelo preço médio do litro de leite no período e somou-o aos volumes de leite vendido e autoconsumido. Desta forma, procura-se retratar com maior fidelidade, a produtividade da terra utilizada na atividade de produção de leite. Na Tabela 19 encontram-se os valores obtidos por cada sistema.

Tabela 19 - Produtividade da terra utilizada em cada sistema de produção, em litros por hectare

Itens	Holandês	Mestiço	Zebu
Média	6.683	2.873	1.090
Desvio-padrão	5.731	1.775	584
Máximo	28.257	8.484	2.259
Mínimo	866	675	348

Fonte: Dados da pesquisa.

A produtividade da terra foi 6.683, 2.873 e 1.090 litros por hectare, para os sistemas holandês, mestiço e zebu, respectivamente. Observa-se, claramente, que a produtividade da terra cresce à medida que se intensifica zootecnicamente o sistema de produção. Não obstante, as diferentes escalas de produção ocorrida nos três sistemas, há uma grande dispersão nos valores de produtividade da terra em todos os três sistemas. Observa-se que a maior produtividade no sistema zebu, relativamente mais extensivo zootecnicamente, é superior ao mínimo dos outros dois.

SOUZA (2000) encontrou valores de produtividade da terra para os três sistemas de 6.078 litros/ha para o sistema holandês, 1.219 para o mestiço e 478 para o zebu. Observa-se, novamente, que foram grandes as mudanças nos valores encontrados para os sistemas mestiço e zebu, comparando-se os dois trabalhos.

A produtividade da mão-de-obra foi medida em litros de leite sobre os gastos com mão-de-obra total. Este valor indica quantos litros de leite se produz com cada real despendido em mão-de-obra. Encontraram-se valores de 16,4, 15,7 e 14,6 litros/R\$, para os sistemas holandês, mestiço e zebu, respectivamente. Praticamente, não se encontra diferença entre eles, conforme pode ser observado na Tabela 20.

Tabela 20 - Produtividade da mão-de-obra de cada sistema de produção, em litros/R\$ gastos com mão-de-obra

Itens	Holandês	Mestiço	Zebu
Média	16,4	15,7	14,6
Desvio-padrão	6,3	5,4	4,8
Máximo	33,2	30,4	25,4
Mínimo	7,8	7,7	7,8

Fonte: Dados da pesquisa.

Objetivando-se captar a relação da renda bruta (RB) sobre os custo operacional efetivo (COE) e custo operacional total (COT), obtiveram-se duas medidas de produtividades, RB/COE e RB/COT, que são apresentadas nas Tabelas 21 e 22.

Tabela 21 - Produtividade dos insumos gastos em cada sistema de produção, medida RB/COE

Itens	Holandês	Mestiço	Zebu
Média	1,20	1,28	1,65
Desvio-padrão	0,14	0,17	0,25
Máximo	1,49	1,77	2,18
Mínimo	0,94	0,92	1,21

Fonte: Dados da pesquisa.

Em média, para cada real gasto no COE gera-se uma receita de R\$ 1,20 no sistema holandês, R\$ 1,28 no mestiço e R\$ 1,65 no sistema zebu. A relação ou margem do sistema zebu é 28,9% superior à do mestiço e 37,5% superior à do holandês. A margem do sistema mestiço é 6,7% superior à do holandês. Observa-se que há fazendas de gado holandês e de mestiço que possuem relação menor que a unidade. Isto significa que, se elas aumentaram os seus gastos com insumos, não se recupera o valor empregado.

Com relação ao custo operacional total (COT), a mesma tendência foi observada. Obtiveram-se R\$ 1,06, R\$ 1,13 e R\$ 1,37 para cada real gasto nos sistemas holandês, mestiço e zebu, respectivamente. Os resultados são apresentados na Tabela 22.

Tabela 22 - Produtividade dos insumos gastos, depreciações e gasto com mão-de-obra familiar em cada sistema de produção, medida em RB/COT

Itens	Holandês	Mestiço	Zebu
Média	1,06	1,13	1,37
Desvio-padrão	0,10	0,12	0,21
Máximo	1,24	1,39	1,85
Mínimo	0,88	0,84	1,05

Fonte: Dados da pesquisa.

Constata-se uma menor margem nos sistemas tecnificados, indicando a necessidade de maior escala de produção para auferir uma mesma renda líquida. Os custos fixos tiveram a mesma importância relativa nos sistemas holandês e mestiço. Eles reduziram as margens em 11,7% nos dois sistemas. No sistema zebu, a redução da margem provocada pelo custo fixo foi da ordem de 17,0%. A situação de algumas fazendas de holandês e mestiço se agrava com a inclusão dos custos fixos em relação à produtividade de todos os insumos. Observando a posição de mínimo, percebe-se que há fazendas operando com prejuízo nestes sistemas.

Neste tópico, observou-se que as produtividades das vacas e da terra são superiores no sistema holandês, seguido pelo mestiço e zebu. A produtividade do COE e COT é maior no sistema zebu, seguido do mestiço e holandês, indicando que a margem caiu com a intensificação zootécnica da criação. Os sistemas holandês e mestiço necessitam de maior escala para auferir uma mesma renda líquida. Há fazendas de gado holandês e de mestiço operando com prejuízo.

3.2.4. Análise financeira

Selecionou-se para esta análise, custo operacional efetivo, custo operacional total, a renda bruta, margem bruta, margem líquida e retorno sobre o investimento. Os resultados, mais uma vez, são influenciados pela variação da escala de produção e pela tecnologia. Os valores apresentados encontram-se na Tabela 23.

Tabela 23 - Custo operacional efetivo e total de cada sistema de produção, em centavos de real por litro

Sistema Indicadores	Holandês		Mestiço		Zebu	
	COE	COT	COE	COT	COE	COT
Média	32,8	36,8	28,7	32,2	20,2	24,3
Desvio-padrão	4,4	4,0	4,5	3,9	3,7	3,6
Máximo	42,0	45,0	38,4	40,9	25,9	31,9
Mínimo	25,2	30,1	19,8	25,9	15,3	19,6

Fonte: Dados da pesquisa.

O custo operacional efetivo (COE) médio no sistema holandês foi de R\$ 221.988,00 por ano e é o maior entre todos. O segundo maior COE médio é do sistema mestiço com R\$ 142.879,00 por ano e por último vem o COE do sistema zebu com R\$ 63.830,00 por ano. Os custos operacionais totais seguem a mesma tendência. São R\$ 222.000,00 por ano para o sistema holandês, R\$ 157.300,00 por ano para o mestiço e R\$ 75.200,00 por ano para o sistema zebu.

O COE médio por litro produzido no sistema holandês é 14,3% superior ao custo unitário do sistema mestiço e 62,4% superior ao sistema zebu. Os

valores são de 32,8, 28,7 e 20,2 centavos de real, para os três sistemas, respectivamente.

O COT unitário do sistema holandês é de 36,8 centavos. No sistema mestiço ele é 12,5% menor, custando em média 32,2 centavos o litro produzido aos seus produtores. O custo operacional total para o sistema zebu é de 24,3 centavos de real, 24,5% inferior ao do mestiço e 34,0% inferior ao do holandês.

Observa-se que a necessidade de capital de giro aumenta com a intensificação dos sistemas. Desta forma, para o planejamento na aquisição de insumos do sistema holandês e mestiço, necessita-se de mão-de-obra mais qualificada.

A renda bruta dos produtores de leite é composta pela venda de leite e de animais. No sistema holandês avaliado, o leite participou com 93,0% na formação da renda, sendo a maior participação entre os três sistemas. No sistema mestiço, leite e animais contribuíram, respectivamente, com 83,4% e 16,6%. A maior participação relativa da venda de animais na formação da renda ocorreu no sistema zebu, onde ela foi de 39,8%.

A renda bruta média obtida pelo sistema holandês, mestiço e zebu foi de R\$ 261.250,00, R\$ 181.466,00 e R\$ 108.623,00 no período analisado, respectivamente. O sistema holandês movimenta 44% mais dinheiro que o sistema mestiço e 2,4 vezes mais que o sistema zebu. Apresentam-se os valores da renda bruta e os preços recebidos por litro produzido, nos três sistemas, na Tabela 24.

Observa-se que o preço médio recebido no sistema holandês é de 38,8 centavos. No sistema mestiço, receberam-se 36,3 centavos por litro. Para o sistema zebu, pagaram-se 32,6 centavos. O preço médio recebido pelo sistema holandês é 6,9% superior ao mestiço e 19% superior ao zebu. É sabido que a escala de produção interfere na determinação dos preços pagos pela indústria, assim como a posição geográfica.

Tabela 24 - Valores da renda bruta e preços recebidos pelo produtor em cada sistema de produção

Sistema Indicadores	Holandês		Mestiço		Zebu	
	RB ¹	R\$/L ²	RB ¹	R\$/L ²	RB ¹	R\$/L ²
Média	261,3	38,8	181,5	36,3	108,6	32,6
Desvio-padrão	257,2	2,3	157,3	3,3	83,7	3,1
Máximo	1.100,2	41,8	1.009,3	41,8	352,6	38,3
Mínimo	27,0	33,3	14,2	29,0	41,4	27,7

Fonte: Dados da pesquisa.

¹ Valores em milhares de reais/ano.

² Valores em centavos de real por litro.

Constata-se que o preço máximo entre os sistemas holandês e mestiço é o mesmo e é recebido por fazendas dos dois sistemas na mesma mesorregião (Sul/Sudoeste de Minas). O efeito da escala é constatado pelo preço máximo recebido por um produtor do sistema zebu, que é, praticamente, igual ao preço médio do holandês e, tem sua propriedade, no Vale do Mucuri. Desta forma, observa-se que o sistema de produção não exerce influência sobre o preço recebido pelo leite. O desvio padrão para o preço recebido é inferior ao do custo unitário.

A margem bruta refere-se à diferença entre a renda bruta e o custo operacional efetivo. A margem líquida refere-se à diferença entre a renda bruta e o custo operacional total. Os valores referentes a estes indicadores estão nas Tabelas 25 e 26.

A maior margem bruta média é a do sistema zebu, com R\$ 44.794,00 por ano. O sistema holandês obteve R\$ 39.262,00 e o sistema mestiço R\$ 38.587,00 no período avaliado. Encontram-se nos sistemas holandês e mestiço valores de margem bruta negativa, observando a posição de mínimo. Estes valores negativos indicam que existem fazendas que não conseguem pagar os seus custos

variáveis e, portanto, correm riscos de não permanecerem na atividade. Em média, o sistema holandês dispõe de 5,9 centavos de real por litro produzido para pagar todos os custos fixos e remunerar a atividade. O sistema mestiço dispõe de 7,5 centavos e o zebu de 12,4 centavos. Do ponto de vista de sobrevivência no curto prazo, o sistema zebu está em posição mais confortável, seguido do mestiço e holandês. Na Tabela 25 encontram-se os valores relacionados à margem bruta.

Tabela 25 - Valores da margem bruta e margem bruta unitária obtidos em cada sistema de produção

Sistema Indicadores	Holandês		Mestiço		Zebu	
	MB ¹	MBU ²	MB ¹	MBU ²	MB ¹	MBU ²
Média	39.262	5,9	38.587	7,5	44.794	12,4
Desvio-padrão	53.998	0,4	42.776	3,9	46.591	3,4
Máximo	246.890	13,7	242.990	15,6	190.668	19,5
Mínimo	(9.060) ³	(2,4)	(9.974)	(2,6)	9.898	5,5

Fonte: Dados da pesquisa.

¹ Valores em reais/ano;

² Valores em centavos de real por litro;

³ Valores entre parênteses são negativos.

O sistema holandês tem em média R\$ 18.501,00 por ano de margem líquida. O mestiço possui R\$ 24.144,00 e o sistema Zebu obteve a média de R\$ 33.448,00. Convertido em salários mínimo do período (R\$ 180,00 reais), a renda média dos produtores de gado holandês é de 102,8 salários por ano. São 134,1 salários para os produtores de gado mestiço e 185,8 salários ao ano para os produtores de gado zebu. Os valores referentes à margem líquida são encontrados na Tabela 26.

Tabela 26 - Valores da margem líquida e margem líquida unitária obtidos em cada sistema de produção

Sistema Indicadores	Holandês		Mestiço		Zebu	
	ML ¹	MLU ²	ML ¹	MLU ²	ML ¹	MLU ²
Média	18.501	1,9	24.144	3,9	33.448	8,3
Desvio-padrão	43.426	3,7	35.626	3,7	41.469	4,1
Máximo	194.690	8,0	204.627	11,7	162.446	16,6
Mínimo	(54.947)	(5,3) ³	(31.943)	(6,1)	2.578	1,4

Fonte: Dados da pesquisa.

¹ Valores em reais/ano;

² Valores em centavos de real por litro;

³ Valores entre parênteses são negativos.

A margem líquida unitária é de 1,9, 3,9 e 8,3 centavos para os sistemas holandês, mestiço e zebu, respectivamente. Desta forma, para cada salário mínimo desejado de renda líquida, os produtores do sistema holandês estudados devem produzir 9.474 litros de leite. Os produtores do sistema mestiço necessitam de uma produção de 4.615 litros e os de gado zebu devem produzir 2.169 litros. Para obter esta renda, um produtor de gado holandês com o perfil analisado deve possuir uma escala de produção de 316 litros/dia. A escala para o produtor de gado mestiço deve ser de 154 litros/dia e a do produtor de zebu deve ser de 72 litros/dia.

Os custos fixos reduziram as margens unitárias para os sistemas holandês, mestiço e zebu em 67,8%, 48,0% e 33,1%, respectivamente. Observa-se a grande importância relativa deste indicador, sobretudo para os sistemas mais tecnificados. Margens menores deixam os sistemas mais susceptíveis às oscilações do mercado. Observa-se que o sistema holandês tem a menor margem e o maior peso relativo dos custos fixos. Isto indica a necessidade de maior escala de produção para diluir esta importância relativa.

Como esperado, a situação de alguns produtores dos sistemas holandês e mestiço se agravou, com a incorporação dos custos fixos. Operando com

prejuízos, eles estão dilapidando os seus patrimônios ou financiando a produção de leite com recursos de outro setor.

Neste tópico, observou-se que as médias dos custos operacionais unitário e total são maiores para sistema holandês, seguidas pelo mestiço e zebu. Os preços recebidos apresentam a mesma tendência, porém com o desvio padrão menor. A maior margem bruta é encontrada no sistema zebu, seguido do holandês e mestiço. Para a margem líquida, ocorre uma inversão de posição entre os sistemas mestiço e holandês. As menores margens unitárias são do sistema holandês e as maiores são do zebu. A escala de produção do sistema holandês deve ser o dobro do sistema mestiço e mais de quatro vezes a do zebu, para se obter uma renda líquida de um salário mínimo por mês, nas fazendas avaliadas. Os custos fixos têm o menor peso relativo sobre o sistema zebu e o maior sobre o holandês. Há fazendas de gado holandês e de mestiço que operam com prejuízo e correm riscos de saírem da atividade.

3.3. Análise envoltória de dados (DEA)

3.3.1. Classificação dos produtores e comparação dos sistemas

Inicialmente, através de programação matemática, obtiveram-se as medidas de eficiência técnica para cada produtor, pressupondo retornos constantes à escala, para as análises de fluxo monetário e estoque de capital de todas as 105 fazendas em conjunto. Em seguida, obteve-se a mesma classificação pressupondo retornos variáveis. Realizado isto, calcularam-se as medidas de eficiência de escala para fluxo e estoque de todos os sistemas de produção. Os resultados são apresentados por sistema de produção, obtidos com análises das 105 fazendas e encontram-se nas Tabelas 27 a 32.

Primeiro serão discutidos os resultados referentes ao fluxo e, posteriormente, os referentes ao estoque. Os mesmos procedimentos foram realizados para cada sistema de produção isoladamente e para agrupamentos de dois sistemas, com objetivo de captar as influências entre os mesmos. As

mudanças ocorridas nos números de fazendas eficientes são apresentados na Tabela 33.

Pressupondo retornos constantes à escala, 13 produtores do sistema holandês alcançaram a eficiência técnica máxima, representando 39,4% das fazendas deste grupo e 12,4% do total de fazendas. A média de eficiência técnica dos 33 produtores do sistema holandês é de 91,2%. Desta forma, os 20 produtores deste grupo, que não foram eficientes tecnicamente, podem reduzir em média seus insumos em 8,8% e manterem as suas respectivas produções. Esta redução leva em consideração os produtores eficientes que, neste caso, podem ser do mesmo grupo ou não.

Observa-se um padrão assimétrico na distribuição dos produtores, onde 91% deles possuem eficiência superior a 0,7. GOMES (1999a), trabalhando com fazendas de leite, também encontrou este padrão.

Tabela 27 - Distribuição dos produtores do sistema holandês, segundo intervalos de medidas de eficiência técnica e de escala (E), obtidas nos modelos de fluxo que utilizaram a DEA, no período avaliado

Especificação	Eficiência técnica		Eficiência de escala
	Retornos constantes	Retornos variáveis	
E = 1	13	18	13
0,9 ≤ E < 1,0	9	7	16
0,8 ≤ E < 0,9	6	4	4
0,7 ≤ E < 0,8	2	4	0
0,6 ≤ E < 0,7	3	0	0
0,5 ≤ E < 0,6	0	0	0
TOTAL	33	33	33
Medida de eficiência			
Média	0,912	0,940	0,969
Desvio-padrão	0,106	0,088	0,045
Máxima	1,000	1,000	1,000
Mínima	0,679	0,703	0,837

Fonte: Dados da pesquisa.

Objetivando captar o efeito da escala de produção no grau de eficiência técnica, relaxou-se a pressuposição de retornos constantes e obtiveram-se os modelos com retornos variáveis à escala, através da adição da restrição de convexidade nos modelos com retornos constantes à escala.

O número de produtores eficientes subiu para 18 e a média de eficiência foi para 94,0%. Os melhores resultados encontrados, pressupondo retornos variáveis à escala, deve-se ao fato deste modelo não levar em consideração a existência de ineficiência de escala. A eficiência de escala é obtida pela razão entre a eficiência de retornos constantes e retornos variáveis. Quando esta razão é igual à unidade, o produtor de leite está operando na escala ótima, caso contrário, não está.

Em média, as fazendas do sistema holandês possuem eficiência de escala igual a 96,9%. Isto significa que, 33% da medida de ineficiência técnica é devido à ineficiência de escala (2,9/8,8). Treze produtores estão operando com escala ótima, os mesmos eficientes pressupondo retornos constantes à escala. Ressalta-se que escala ótima para a técnica DEA, refere-se operar com retornos constantes à escala e não no ponto de mínimo custo na curva de longo prazo.

Um produtor com ineficiência de escala pode estar operando na faixa de retornos crescentes ou decrescentes à escala. Adicionando-se uma restrição de retornos não crescentes à escala, ao modelo de programação matemática com retornos variáveis, obtêm-se um novo problema que possibilita esta classificação.

Se o resultado de eficiência dos dois modelos for igual, o produtor está na faixa de retornos decrescentes à escala, caso contrário, ele estará na faixa de retornos crescentes à escala. Estar na faixa de escala de retornos decrescentes ou supraótima significa que o produtor está operando acima da escala ótima de produção. Na faixa de retornos crescente ou subótima, opera-se abaixo da escala ótima. Quatorze produtores deste sistema estão operando na escala supraótima e seis operam na escala subótima.

Os produtores do sistema holandês, quando analisados dentro do próprio grupo, apresentam uma mudança significativa na classificação. São 25 produtores eficientes pressupondo retornos constantes à escala e 26 com retornos

variáveis. As médias de eficiência são 0,970 e 0,978 para os retornos constantes e variáveis. Acredita-se que esta mudança seja fruto da grande similaridade entre os sistemas de produção que compõem este grupo. São sistemas pouco flexíveis e o padrão tecnológico adotado por eles é, praticamente, o mesmo.

No sistema mestiço, 27 e 35 produtores alcançaram a fronteira de eficiência, pressupondo retornos constantes e variáveis à escala, respectivamente. A eficiência de escala foi obtida por 27 produtores. Eles correspondem a 46,6% do sistema mestiço e a 25,7% do grupo total. Os produtores ineficientes em média, podem reduzir os gastos com insumos em 10,7%, mantendo a produção, pressupondo a eficiência técnica com retornos constantes à escala. Podem reduzir em 7,6%, pressupondo retornos variáveis.

A eficiência de escala média é de 0,966. Operam em escala ótima 27 produtores, nove estão operando na escala subótima e 22 estão operando na escala supraótima.

Tabela 28 - Distribuição dos produtores do sistema mestiço, segundo intervalos de medidas de eficiência técnica e de escala (E), obtidas nos modelos de fluxo que utilizaram a DEA, no período avaliado

Especificação	Eficiência técnica		Eficiência de escala
	Retornos constantes	Retornos variáveis	
E = 1	27	35	27
$0,9 \leq E < 1,0$	7	4	25
$0,8 \leq E < 0,9$	11	8	5
$0,7 \leq E < 0,8$	8	7	1
$0,6 \leq E < 0,7$	3	4	0
$0,5 \leq E < 0,6$	2	0	0
TOTAL	58	58	58
Medida de eficiência			
Média	0,893	0,924	0,966
Desvio-padrão	0,130	0,113	0,055
Máxima	1,000	1,000	1,000
Mínima	0,526	0,623	0,759

Fonte: Dados da pesquisa.

Analisando os produtores do sistema mestiço, separadamente, cresce o número de produtores eficientes nos dois modelos. Pressupondo retornos constantes à escala, mais oito produtores atingem a fronteira. Pressupondo retornos variáveis, o número de produtores eficientes passa de 35 para 41. A média da pura eficiência técnica eleva para 0,957 e a eficiência de escala passa para 0,983.

A maioria dos produtores do sistema zebu foi eficiente nos dois modelos de fluxos. São 11 eficientes tecnicamente, pressupondo retornos constantes à escala e 12 pressupondo retornos variáveis. A eficiência de escala segue a mesma lógica, pois é dependente dos resultados dos dois modelos.

Tabela 29 - Distribuição dos produtores do sistema zebu, segundo intervalos de medidas de eficiência técnica e de escala (E), obtidas nos modelos de fluxo que utilizaram a DEA, no período avaliado

Especificação	Eficiência técnica		Eficiência de escala
	Retornos constantes	Retornos variáveis	
E = 1	11	12	11
$0,9 \leq E < 1,0$	0	1	1
$0,8 \leq E < 0,9$	2	1	2
$0,7 \leq E < 0,8$	1	-	-
$0,6 \leq E < 0,7$	-	-	-
$0,5 \leq E < 0,6$	-	-	-
TOTAL	14	14	14
Medida de eficiência			
Média	0,960	0,983	0,976
Desvio-padrão	0,082	0,045	0,057
Máxima	1,000	1,000	1,000
Mínima	0,758	0,847	0,828

Fonte: Dados da pesquisa.

Conforme foi salientado anteriormente, a maioria das fazendas de gado zebu se localizam em terras férteis das mesorregiões Rio Doce e Mucuri. São fazendas que produzem em média 531 litros de leite/dia. Neste sentido, os resultados encontrados, para este estudo, estão coerentes. Entretanto, de acordo com PEREIRA (1995), os resultados da DEA tem caráter gerencial e não de embasamento para novas políticas.

Todos produtores ineficientes estão operando na faixa de retornos crescentes à escala, ou seja, melhoram as suas posições em relação à fronteira aumentando a sua produção. Analisados separadamente, os resultados para os produtores do sistema zebu, praticamente, não sofrem mudanças. Aumenta um produtor sobre a fronteira de produção.

A técnica DEA é derivada da programação matemática. Sua base é a programação linear e caracteriza-se por ser bastante sensível. Os modelos que tiveram como *input* as variáveis de estoque apresentaram resultados de eficiência técnica bem diferentes, para os três sistemas, quando comparados com os de fluxo. Destaca-se que, para estes modelos, considerou-se eficiente toda propriedade com eficiência técnica superior a 0,9.

No modelo de estoque, somente seis dos 33 produtores do sistema holandês atingiram a máxima eficiência técnica, pressupondo retornos constantes à escala. Relaxando o modelo, este número aumenta para 11.

Pressupondo retornos constantes, destaca-se que menos da metade dos produtores atingiu uma eficiência superior a 70%. Nos modelos de fluxo somente três produtores deste sistema não atingiram este índice. A eficiência técnica média é de 68%, indicando que os produtores poderiam imobilizar 32% menos em recursos para obter a mesma produção. Existem nove produtores que imobilizaram mais que o dobro do necessário, para o seu atual nível de produção. Observa-se uma distribuição bem uniforme nos sete primeiros estratos. Pressupondo retornos variáveis, 60,6% dos produtores passam a ter índice de eficiência maior que 0,7.

Tabela 30 - Distribuição dos produtores do sistema holandês, segundo intervalos de medidas de eficiência técnica e de escala (E), obtidas nos modelos de estoque que utilizaram a DEA, no período avaliado

Especificação	Eficiência técnica		Eficiência de escala
	Retornos constantes	Retornos variáveis	
E = 1	6	11	21
$0,8 \leq E < 0,9$	4	4	4
$0,7 \leq E < 0,8$	6	5	6
$0,6 \leq E < 0,7$	4	4	2
$0,5 \leq E < 0,6$	4	1	-
$0,4 \leq E < 0,5$	4	8	-
$0,3 \leq E < 0,4$	5	-	-
$0,2 \leq E < 0,3$	-	-	-
TOTAL	33	33	33
Medida de eficiência			
Média	0,680	0,754	0,919
Desvio-padrão	0,221	0,219	0,116
Máxima	1,000	1,000	1,000
Mínima	0,300	0,400	0,658

Fonte: Dados da pesquisa.

Baseado nas médias, constata-se que metade da ineficiência dos produtores, pressupondo retornos constantes, deve-se à ineficiência de escala. A outra parte deve-se ao excesso de recursos imobilizados ou pura ineficiência. Quinze produtores estão operando com retornos constantes à escala, mas não são eficientes tecnicamente. Eles estão na faixa de retornos constantes, mas não sobre a fronteira eficiente. Vale lembrar que, para o modelo de estoque, considerou a eficiência técnica máxima a partir de 0,9. Isto favoreceu o aparecimento de produtores nesta condição de escala ótima sem ser eficiente tecnicamente. Entre os ineficientes em escala de produção, dois operam na faixa de retornos decrescentes à escala e 10 na faixa de retornos crescentes à escala.

O sistema holandês, quando analisado separadamente, apresentou mudanças. Nove produtores atingiram a fronteira de produção. Isto indica que,

nos modelos de estoque, há influência dos outros sistemas na fronteira de eficiência do sistema holandês.

Observa-se que, no sistema mestiço, apenas seis produtores atingiram a fronteira de eficiência técnica, pressupondo retornos constantes à escala, equivalentes a 10,3% dos produtores do sistema e 5,7% do agrupamento total. Nove apresentam eficiência técnica menor que 0,5 nos modelos com retornos constantes, e 56,8% não atingem a marca de 0,7. A média da eficiência técnica é 0,674, praticamente, igual ao do sistema holandês. Relaxando o modelo, o número de eficientes sobe para 25,8% e 14,3% para o sistema e o agrupamento total, respectivamente.

Tabela 31 - Distribuição dos produtores do sistema mestiço, segundo intervalos de medidas de eficiência técnica e de escala (E), obtidas nos modelos de estoque que utilizaram a DEA, no período avaliado

Especificação	Eficiência técnica		Eficiência de escala
	Retornos constantes	Retornos variáveis	
E = 1	6	15	37
$0,8 \leq E < 0,9$	9	11	12
$0,7 \leq E < 0,8$	10	6	7
$0,6 \leq E < 0,7$	12	10	2
$0,5 \leq E < 0,6$	12	11	
$0,4 \leq E < 0,5$	5	2	
$0,3 \leq E < 0,4$	4	3	
$0,2 \leq E < 0,3$	-		
TOTAL	58	58	58
Medida de eficiência			
Média	0,674	0,744	0,929
Desvio-padrão	0,180	0,199	0,104
Máxima	1,000	1,000	1,000
Mínima	0,314	0,337	0,337

Fonte: Dados da pesquisa.

A ineficiência de escala também é evidente no sistema mestiço. Ela está na ordem de 57%, superior à ineficiência técnica pura, ou seja, ao excesso de fatores de produção imobilizados. Dos produtores que estão operando em escala incorreta, oito melhorariam suas posições em relação à fronteira, diminuindo a produção e 13 aumentando-a, ou seja, oito operam na faixa de retornos decrescentes e 13 estão operando na faixa de retornos crescentes à escala. Trinta e sete produtores estão operando em escala ótima, ou seja, com retornos constantes à escala.

Analisados separadamente, no sistema mestiço, 19 produtores atingem a fronteira de eficiência. Isto indica que propriedades dos sistemas holandês e zebu influenciam a eficiência técnica do sistema mestiço nos modelos de estoque.

O número de produtores de gado zebu é pequeno. Apenas 14 produtores. Destes, três e quatro produtores estão sobre a fronteira de eficiência técnica, pressupondo retornos constantes e variáveis à escala, respectivamente. A eficiência média nos dois modelos é 0,612 e 0,687, a menor entre os três sistemas. Em relação aos demais ela é, praticamente, 10% inferior.

Observa-se que metade deste grupo não atinge o índice de eficiência de 0,5. Sete produtores imobilizaram pelo menos o dobro dos recursos necessários para atingir a produção atual, levando em consideração todos os produtores estudados, pressupondo retornos constantes à escala. Dez produtores, 71,4% da sistema, não atingem o estrato de 0,7 de eficiência.

A média de eficiência de escala é a menor entre os três sistemas, sendo de 0,889. Oito produtores estão operando em escala inadequada. A ineficiência de escala influencia a eficiência dos produtores em 52,5%. Todos operam na faixa de retornos crescentes à escala, indicando que melhoram as suas posições em relação à fronteira, aumentando o volume de produção.

Analisando os 14 produtores de gado zebu, separadamente, três e quatro saíram da posição de ineficientes e passaram a eficientes, pressupondo retornos constantes e variáveis, respectivamente. Sete se encontram fora da escala ótima e estão na faixa de retornos crescentes à escala.

Tabela 32 - Distribuição dos produtores do sistema zebu, segundo intervalos de medidas de eficiência técnica e de escala (E), obtidas nos modelos de estoque que utilizaram a DEA, no período avaliado

Especificação	Eficiência técnica		Eficiência de escala
	Retornos constantes	Retornos variáveis	
E = 1	3	4	6
$0,8 \leq E < 0,9$	1	-	5
$0,7 \leq E < 0,8$	-	1	3
$0,6 \leq E < 0,7$	1	3	-
$0,5 \leq E < 0,6$	2	3	-
$0,4 \leq E < 0,5$	6	2	-
$0,3 \leq E < 0,4$	-	1	-
$0,2 \leq E < 0,3$	1	-	-
TOTAL	14	14	14
Medida de eficiência			
Média	0,612	0,687	0,889
Desvio-padrão	0,242	0,233	0,112
Máxima	1,000	1,000	1,000
Mínima	0,286	0,321	0,704

Fonte: Dados da pesquisa.

As influências relativas entre os sistemas são observadas na Tabela 33. Na Tabela 33, os sistemas holandês, mestiço e zebu são H, M e Z, respectivamente. As 105 fazendas estão expressadas em HMZ. Agruparam-se os sistemas dois a dois, sendo HM o agrupamento holandês/mestiço; HZ - holandês/zebu e MZ - mestiço/zebu.

O sistema holandês no modelo de fluxo, apresenta 19 e 14 produtores eficientes tecnicamente nos agrupamentos HM e HZ, respectivamente. Estas quantidades são intermediárias aos números encontrados para este sistema, considerando o agrupamento total e somente holandês, que são 13 e 25, respectivamente. Reflete a existência de influência dos outros dois sistemas sobre os seus valores. No modelo de estoque, observa-se que o sistema holandês sofre influência do mestiço e é indiferente ao zebu, pois reduz de nove para seis os produtores eficientes no agrupamento HM e mantém nove no HZ.

Tabela 33 - Número de produtores eficientes originais e nos agrupamentos dos sistemas de produção de leite, pressupondo retornos constantes à escala

Modelos		Fluxo			Estoque		
Grupo	N.º prod.	Holandês	Mestiço	Zebu	Holandês	Mestiço	Zebu
H	33	25	-	-	9	-	-
M	58	-	35	-	-	19	-
Z	14	-	-	11	-	-	6
HMZ	105	13	27	11	6	6	3
HM	91	19	35	-	6	7	-
HZ	47	14	-	11	9	-	3
MZ	72	-	28	11	-	15	4

Fonte: Dados da pesquisa.

No modelo de fluxo, o sistema mestiço não é influenciado pelo sistema holandês. No sistema mestiço sozinho, há 35 produtores eficientes. No agrupamento HM, o número se repete. Entretanto, o sistema zebu provoca uma redução de 20% dos produtores eficientes do sistema mestiço. No modelo de estoque, o sistema mestiço é influenciado em maior grau por alguns produtores do sistema holandês. Somente sete são eficientes no agrupamento HM. Existem 15 eficientes no agrupamento MZ e 19 no sistema mestiço sozinho.

A fronteira de eficiência para o sistema zebu não é alterada em nenhum dos casos para o modelo de fluxo. Sempre existem 11 produtores eficientes. No modelo de estoque, ela sofre influência dos dois sistemas. Quando analisado sozinho, existem seis produtores eficientes no sistema zebu. Nos agrupamentos, ele cai para 3 e 4, respectivamente, no HZ e MZ.

Neste tópico, classificaram-se os 105 fazendas do estudo quanto aos níveis de eficiência. As abordagens foram realizadas mediante as variáveis de fluxo e estoque. As comparações foram feitas entre os sistemas, dentro dos mesmos e entre agrupamentos.

Observou-se que número de produtores e os níveis de eficiência nos modelos de fluxo foram superiores aos de estoque. Cinquenta e um produtores (48,6%) são eficientes nos modelos de fluxo e 15 (14,3%) são eficientes nos modelos de estoque, pressupondo retornos constantes.

Nos modelos de fluxo, a fronteira de eficiência técnica das fazendas é influenciada em maior grau pelos produtores do sistema zebu, seguido pelo mestiço e, por último, o holandês. Isto indica que, em geral, os produtores de gado zebu do estudo têm combinado, de forma mais eficiente, mão-de-obra, volumosos, concentrados, medicamentos, energia e fluxos de serviços em máquinas e benfeitorias que os demais sistemas, para obter uma mesma produção.

Nos modelos de estoque, os produtores de gado holandês exerceram maior influência sobre a fronteira de produção. Eles estão combinando melhor os fatores de produção terra, instalações, cercas, tratores e implementos, tanques de expansão e ordenha e animais que os produtores de gado mestiço e zebu.

Salienta-se, novamente, os objetivos dos modelos de fluxo monetário e estoque de capital. No primeiro, objetivou-se avaliar a eficiência técnica das fazendas estudadas no curto prazo. Já, no segundo, buscou-se avaliar a eficiência técnica no longo prazo. Desta forma, pode-se dizer, que os produtores estão mais aptos a planejar as ações de curto prazo. Entretanto, estão sendo pouco eficientes no planejamento estratégico.

Obviamente, as análises acima não devem ser generalizadas. Os produtores ineficientes devem ser comparados com aqueles eficientes que mais influenciaram seus resultados, que são os seus pares ou *benchmarks*, e não com um sistema de produção. Do ponto de vista gerencial, o tomador de decisão deve avaliar fazenda a fazenda dentro do conjunto, para planejar as suas metas de curto e longo prazo, na busca da eficiência técnica e econômica.

3.3.2. Comparação dos produtores eficientes e ineficientes

Baseado nas medidas de eficiência técnica para os modelos de fluxo e estoque, pressupondo retornos constantes à escala, separaram-se os produtores eficientes e ineficientes em quatro grupos. No modelo de fluxo, os eficientes possuem índice de eficiência clássico, ou seja, 1,0. Os ineficientes são todos com índice abaixo da unidade. Nos modelos de estoque, consideraram-se eficientes todos produtores com índice de eficiência técnica igual ou superior a 0,9. Os que se encontram abaixo deste são ineficientes. As comparações são feitas dentro de cada sistema a partir do agrupamento total, através da média dos indicadores de cada grupo, eficiente ou não. Os resultados são apresentados nas próximas quatro tabelas, sendo que as três primeiras referem-se aos modelos de fluxo e a última refere-se ao modelo de estoque.

Em produção de leite, onde a vaca é a unidade de produção, o primeiro requisito a ser atendido é o nutricional. É sabido que vacas bem nutridas expressam a sua capacidade produtiva, reproduzem melhor, adoecem menos e são mais eficientes, zootecnicamente. Desta forma, é coerente o maior gasto com os alimentos pelos produtores eficientes em todos os três sistemas de produção, se comparados aos ineficientes. Acredita-se que há resposta animal, indicando que a nutrição está ajustada ao potencial genético do rebanho. O mesmo pode não estar ocorrendo para os ineficientes.

Observa-se que o sistema holandês é mais intensivo em alimentos que o sistema mestiço, que por sua vez, é mais intensivo que o zebu, independente da condição de eficiência. Os produtores de gado holandês eficientes gastam 18,7% a mais com concentrado que os ineficientes, os de mestiço gastam 6,7% e os de zebu gastam 11,7%. Em relação ao volumoso, os eficientes de holandês, mestiço e zebu despendem 19,6%, 2,8% e 22,4% a mais que os ineficientes.

Tabela 34 - Comparação entre produtores eficientes e ineficientes segundo tecnologia adotada, no modelo de fluxo

Sistema	Holandês		Mestiço		Zebu	
	Eficiente	Ineficiente	Eficiente	Ineficiente	Eficiente	Ineficiente
Mão-de-obra ¹	15,0	20,9	20,2	23,2	30,6	34,4
Volumosos ¹	19,5	16,3	18,0	17,5	10,9	8,9
Concentrado ¹	40,5	34,3	35,0	32,8	24,8	22,2
Medicamento ¹	7,3	6,0	4,8	5,1	7,0	8,8
Inseminação ¹	1,3	1,6	1,9	1,5	1,8	2,2
Energia ¹	1,9	2,3	2,4	2,5	3,0	3,4
Fluxo benfeitoria ¹	3,4	5,1	4,7	5,3	7,1	7,8
Fluxo máquina ¹	5,4	7,2	6,1	6,2	3,5	3,6

Fonte: Dados da pesquisa

¹ Participação relativa no COT em %.

Em relação à mão-de-obra, os produtores eficientes são relativamente menos intensivos neste insumo que os ineficientes. A maior diferença entre os gastos com mão-de-obra está no sistema holandês, seguido do mestiço e, por último, no sistema zebu. Os gastos são, respectivamente, 28,2%, 12,9% e 11,0%. Em média, os produtores eficientes de gado holandês gastam 15,0% com mão-de-obra total, de gado mestiço gasta 20,2% e o de zebu 30,6%.

Para qualquer sistema, mão-de-obra representa um dos três maiores custos na produção, portanto, esforços para minimizá-los representam muito. Observa-se que, se os níveis dos eficientes fossem atingidos, a diferença para os produtores de gado holandês pagaria todos custos com fluxos de benfeitorias ou a soma de inseminação mais energia. Praticamente, paga todos os custos com medicamento. Nos outros dois sistemas, pagaria as despesas com energia ou inseminação.

Observa-se uma menor relação de dispêndio em todos os outros insumos, para todos os sistemas eficientes. Exceção é feita para medicamentos no sistema holandês, onde os eficientes gastam 7,3% neste item e os ineficientes gastam 6,0%.

A escala média de produção dos eficientes é superior nos três sistemas. Os produtores de gado holandês eficientes produzem 2.467 litros/dia, enquanto os ineficientes produzem 1.425 litros/dia. Os dos sistemas mestiço e zebu, que alcançaram a fronteira, possuem média diária de 1.573 e 1.002 litros. Os seus pares produzem 1.155 e 477 litros/dia. Hoje, o preço recebido pelos produtores de leite é influenciado pela escala de produção, o que pode ter influenciado positivamente a obtenção da eficiência técnica.

Selecionaram-se alguns itens de produtividade que são apresentados na Tabela 35. Observa-se na Tabela 35, que o número de vacas totais acompanha a escala de produção, ou seja, há mais vacas nos sistemas de produção eficientes que nos ineficientes. Este fator está correlacionado com a escala de produção.

Tabela 35 - Comparação entre produtores eficientes e ineficientes segundo produtividade, no modelo de fluxo

Sistema	Holandês		Mestiço		Zebu	
	Eficiente	Ineficiente	Eficiente	Ineficiente	Eficiente	Ineficiente
Produção diária ¹	2.467	1.425	1.573	1.155	1.002	477
N.º de vaca total	150	87	130	101	135	70
Prod. vaca ¹	18,50	19,2	13,4	12,0	6,8	5,6
Prod. da terra ²	8.248	5.666	3.167	2.616	1.210	651
Prod. mão-de-obra ³	12,07	7,14	9,40	7,20	7,87	5,04
Produção/COE ³	3,13	3,03	3,85	3,37	5,31	4,32
Produção/COT ³	2,80	2,67	3,28	2,92	4,39	3,48
Patrimônio/produção	1,3	1,6	1,2	1,4	2,1	3,8

Fonte: Dados da pesquisa.

¹ Litros/dia;

² Litros/ha;

³ Unidade.

A produtividade das vacas em lactação é maior nos sistemas eficientes dos sistemas mestiço e zebu, porém, é menor no holandês. Nas fazendas de gado holandês eficientes, a produtividade das vacas é de 18,5 litros/dia, 3,6% menor

que nas fazendas ineficientes. Sempre se deseja uma maior produtividade, mas um fato que deve ser correlacionado à produtividade de leite é o peso metabólico das vacas, conforme salienta LEITE e GOMES (2001).

O peso metabólico leva em consideração a exigência de nutricional para manutenção do animal. Ter produtividade alta com animais pesados significa maior consumo de alimentos e maior custo operacional efetivo. Isto pode ter interferido nos níveis de eficiência das fazendas de gado holandês, apesar da maior produtividade média. As produtividades médias dos rebanhos mestiços e zebu eficientes são 13,4 e 6,8 litros/dia, 11,6% e 21,4% superiores às dos ineficientes.

O sistema de produção de gado holandês é manejado de forma mais intensiva zootecnicamente, que os demais. Nele, a produtividade da terra é maior para os eficientes em 45,6%. São 8.248 litros/ha/ano. Nos dois outros sistemas esta condição se repete, sendo 3.167 e 1.210 litros/ha/ano para os produtores eficientes do gado mestiço e zebu, respectivamente. Os ineficientes produzem 2.616 e 651 litros por hectare ano.

Chama a atenção o fato da produtividade média da terra das fazendas ineficientes do sistema holandês ser 79% superior à das eficientes de gado mestiço e 4,7 vezes à dos eficientes de gado zebu. Baseado neste fato, análise parcial de produtividade por hectare nada tem de conclusiva.

A produtividade da mão-de-obra, do capital circulante e do capital operacional total, da mesma forma que a produtividade do capital imobilizado é maior para os grupos eficientes. Isto indica maiores custos com mão-de-obra, maiores custos operacionais e maiores custos com depreciações de máquinas, benfeitorias e mão-de-obra familiar para a maioria dos produtores ineficientes, dentro de cada grupo avaliado.

Observa-se que a produtividade do capital circulante e do capital operacional total cresce na direção dos sistemas menos intensivos zootecnicamente, ou seja, do holandês para o zebu. Fato interessante é observado na produtividade do capital imobilizado. No sistema mestiço, um produtor eficiente imobiliza R\$ 1,20 para produzir um litro de leite ao ano e é a menor relação entre os três sistemas. Os produtores eficientes de gado holandês

imobilizam R\$ 1,30 e os de zebu immobilizam R\$ 2,10. Contudo isso, baseado no resultado do modelo de fluxo, constata o melhor uso dos fatores de produção pelos sistemas mestiços.

Todos os indicadores que medem o desempenho econômico da atividade, também, são melhores nos sistemas eficientes. Para cada real desembolsado no sistema holandês eficiente, é gerado R\$ 1,24 e R\$ 1,11 de renda bruta e renda líquida, respectivamente. Nos sistemas ineficientes, as relações são 6,0% e 9,0% inferiores. No sistema mestiço, as relações dos eficientes são de R\$ 1,39 e R\$ 1,22 e as diferenças para os ineficientes sobem para 17,8% e 15,1%. No sistema zebu, elas crescem mais, sendo R\$ 1,71 e R\$ 1,42. Os eficientes auferem 21,3% e 24,6% mais renda bruta e líquida, respectivamente, para cada real gasto na atividade.

Analisando o preço recebido pelos produtores, constata-se que somente no sistema holandês o preço médio dos eficientes é maior em 1,1 centavos. Nos outros sistemas, praticamente, não há diferença. São 39,5, 36,2 e 32,6 centavos por litro, para os produtores de gado holandês, mestiço e zebu, respectivamente. Desta forma, atribuir falhas econômicas na produção de leite somente à queda dos preços pagos, não é plausível.

Observa-se que os custos unitários dos produtores ineficientes são sempre superiores aos dos eficientes. O custo unitário nos sistemas holandês, mestiço e zebu são 37,4, 34,3 e 28,9 centavos de real por litro, para os seus produtores ineficientes. Os produtores eficientes dos mesmos sistemas apresentam custos unitários 4,3%, 13,4% e 20,0% inferiores. Destaca-se que um produtor eficiente no sistema mestiço apresenta um custo 17,0% menor que um eficiente do sistema holandês e o de zebu 22,2% menor que o mestiço.

Tabela 36 - Comparação entre produtores eficientes e ineficientes segundo tecnologia adotada, no modelo de fluxo

Sistema	Holandês		Mestiço		Zebu	
	Eficiente	Ineficiente	Eficiente	Ineficiente	Eficiente	Ineficiente
Renda bruta ¹	359.490	197.395	209.154	157.351	122.861	56.420
COE ¹	293.617	175.429	153.504	133.626	70.002	41.197
COT ¹	317.453	194.191	169.487	146.728	81.988	50.193
RB/COE	1,24	1,17	1,39	1,18	1,71	1,41
RB/COT	1,11	1,02	1,22	1,06	1,42	1,14
Preço/litro	0,395	0,384	0,362	0,364	0,326	0,327
Custo litro/COT	0,358	0,374	0,297	0,343	0,231	0,289
Margem bruta ¹	65.873	21.965	55.650	23.726	52.858	15.222
Margem líquida ¹	42.037	3.203	39.667	10.623	40.872	6.226
MB/K1	6,7%	4,1%	9,0%	3,9%	8,1%	2,4%
MB/K2	10,2%	6,6%	15,5%	7,1%	16,4%	7,2%
ML/K1	3,6%	0,7%	5,8%	1,2%	5,7%	0,9%
ML/K2	5,5%	1,1%	10,1%	2,4%	11,6%	3,1%

Fonte: Dados da pesquisa

¹ reais por ano;

K1 patrimônio total;

K2 patrimônio sem o valor da terra.

A relação preço recebido/custo de produção mostra a sensibilidade dos sistemas às oscilações do mercado. No mercado de leite atual, o produtor é tomador de preço. Independente do nível de eficiência, produtores de gado holandês estão mais sujeitos às mudanças no mercado, seguidos dos produtores de gado mestiço e zebu. Se o preço do leite reduzir em 2,7%, os produtores ineficientes de gado holandês não possuirão renda líquida para remunerar a atividade. Uma queda de 6,1% e 13,1% deixa os de gado mestiço e de gado zebu na mesma condição. Mudanças nos preços são comuns no mercado de leite.

GOMES (1999b) cita uma redução de 11% nos preços corrigidos nos anos 90, após a implantação do plano real. GOMES e LEITE (2001) citam uma queda de 20 a 40% nos preços pagos aos produtores na entressafra de 2001. Desta forma, minimizar custos é fundamental para melhorar a relação preço recebido/custo da produção, para diminuir os riscos e manter-se na atividade

competitivamente. Mantendo os seus níveis de custo e de eficiência técnica, os produtores ineficientes são sérios candidatos a saírem da atividade.

Os produtores eficientes possuem maiores margens bruta e líquida que os ineficientes. A margem bruta dos eficientes é de R\$ 65.873,00 R\$ 55.650,00 e R\$ 52.858,00 para os sistemas holandês, mestiço e zebu, respectivamente. Os ineficientes, na mesma ordem, auferem R\$ 21.965,00, R\$ 23.726,00 e R\$ 15.222,00. Observam-se maiores diferenças entre os produtores na margem líquida onde os produtores eficientes auferem aproximadamente R\$ 40.000,00 ao ano, em média. Os ineficientes, que possuem maior margem líquida, são os produtores de gado mestiço, com R\$ 10.623,00.

Analisando o retorno sobre o investimento, medido pela margem bruta dividida pelo capital investido em terra, benfeitorias, máquinas e animais; e analisando, também, pela margem líquida dividida pelos mesmos fatores, a situação não é diferente. Eficientes sempre com melhores índices que os ineficientes. As mesmas análises realizadas sem considerar o fator terra, mantêm a tendência. Observa-se a baixa remuneração da atividade para os produtores, principalmente os ineficientes.

Sob a ótica da margem bruta, o retorno sobre o investimento foi analisado por dois motivos: na maioria das fazendas o produtor é trabalhador e empresário ao mesmo tempo, desta forma o seu custo é, também, parte da sua receita; os produtores realizam manutenções constantes das suas máquinas e benfeitorias. Desta forma, os gastos com depreciações são questionados por alguns, onde a vida útil das mesmas é superior aos 25 anos que se atribuem às benfeitorias e aos 15 anos que se atribuem às máquinas.

Os produtores eficientes apresentam uma relação superior a 6,7% ao ano, considerando a margem bruta sobre o patrimônio total e 3,6% ao ano considerando a margem líquida sobre o patrimônio total. Se comparadas à remuneração da caderneta de poupança, que gira em torno de 6,0% ao ano, somente os produtores de gado mestiço e zebu atingem este nível nas duas análises. Retirando-se o valor da terra, para os eficientes, o retorno sobre o capital é elevado, no mínimo, para 10,2% considerando a margem bruta e 5,5%

considerando a margem líquida. Os produtores ineficientes, somente atingem o nível da poupança, na análise de retorno sobre o investimento, sem o valor da terra.

Esta baixa remuneração auferida é motivo de preocupação, pois não assegura estabilidade aos produtores a longo prazo e dificulta a entrada de outros empresários no setor. Ressalta-se que os valores dizem respeito à média dos produtores, onde havia alguns com margens bruta e líquida negativas, conforme pode ser constatado nas Tabelas 25 e 26. Esta condição é encontrada somente entre os produtores ineficientes.

No modelo de estoque, somente 15 produtores atingiram a fronteira. As médias de produtividade e dos indicadores econômicos foram muito influenciadas pelos 90 produtores ineficientes. Conseqüentemente, não se encontrou um padrão para as mesmas. Contudo, avaliou-se este modelo com relação aos fatores de produção e os indicadores que levam os mesmos em consideração.

O capital imobilizado pelos produtores eficientes, nos sistemas holandês e zebu é superior ao imobilizado pelos ineficientes. No sistema mestiço, a relação é inversa. A participação relativa de cada fator no capital, dentro dos três sistemas, apresenta as seguintes características: os ineficientes sempre imobilizaram mais em terra e máquinas; os eficientes sempre imobilizaram mais em benfeitorias e animais, exceto no sistema zebu, onde os ineficientes imobilizaram mais em benfeitorias.

Em qualquer sistema, eficiente ou não, terra e animais representam mais de 66,3% dos recursos imobilizados. A habilidade dos produtores eficientes em combinar menos terra e mais animais que os ineficientes é racional. Com a modernização, a produtividade da terra tem-se elevado, diminuindo a sua necessidade na produção. Maiores recursos em animais significa ter mais unidades de produção operando no sistema, fontes geradoras de receita.

Tabela 37 - Comparação entre produtores eficientes e ineficientes no modelo de estoque

Sistema	Holandês		Mestiço		Zebu	
	Eficiente	Ineficiente	Eficiente	Ineficiente	Eficiente	Ineficiente
Terra	191.350	320.466	118.389	290.982	803.000	372.559
Benfeitorias	268.720	102.521	51.637	100.221	80.517	62.734
Máquinas	56.008	89.444	25.344	74.614	33.695	22.792
Animais	447.522	218.223	119.836	213.323	458.830	156.341
Patrimônio/produção	0,76	1,62	0,96	1,34	1,83	2,63
Margem bruta	79.435	30.335	24.671	40.193	100.040	29.727
Margem líquida	57.702	9.790	15.963	25.088	83.980	19.667
MB/K1	8,4%	4,4%	8,9%	6,0%	11,2%	5,7%
MB/K2	11,2%	7,3%	15,3%	10,5%	20,6%	12,8%
ML/K1	5,2%	1,1%	5,9%	3,0%	9,2%	3,5%
ML/K2	7,1%	1,9%	10,1%	5,5%	17,1%	7,8%

Fonte: Dados da pesquisa.

K1 - patrimônio total;

K2 - patrimônio sem o valor da terra.

O produtor de gado holandês eficiente distribui os seus recursos na seguinte proporção: 19,9% em terra; 27,9% em benfeitorias; 5,8% em máquinas e 46,4% em animais, de um total de R\$ 963.600,00. Os ineficientes deste sistema possuem R\$ 730.654,00 distribuídos em 43,9%, 14,%, 12,2% e 29,9%, obedecendo a mesma ordem. Esta característica do sistema holandês eficiente é compatível com um sistema com o gado bastante confinado, menos pastagens, onde as instalações representam mais que a terra.

Observa-se que o produtor de gado zebu, independente do nível de eficiência, maneja seu rebanho de forma mais extensiva, ou seja, com mais pastagens, pois utiliza praticamente 60% dos seus recursos com a terra. O sistema mestiço apresenta uma relação intermediária aos dois e não há detalhes que se destaquem.

Os sistemas eficientes apresentam melhores relações entre o capital imobilizado e a produção. Para cada litro de leite produzido no ano, haviam investidos R\$ 0,76, R\$ 0,96 e R\$ 1,83 na produção pelos produtores eficientes de

gado holandês, mestiço e zebu. Os pares ineficientes, imobilizaram R\$ 1,62, R\$ 1,37 e R\$ 2,63, respectivamente. Este índice mostra que, para se alcançar uma determinada produção, necessita-se de menos capital imobilizado para obtê-la no sistema de gado holandês e mestiço que no sistema de gado zebu. Obviamente, esta análise está sendo feita de forma agregada e há fatores que são indivisíveis e que podem afetar esta relação.

Em relação aos indicadores financeiros de retorno sobre o investimento, os índices dos eficientes é sempre superior ao dos ineficientes. Os eficientes apresentam retorno sobre o investimento em terra, máquinas, benfeitorias e animais maior que o rendimento da caderneta de poupança, sob a ótica da margem bruta e, praticamente, o mesmo retorno que ela, considerando a margem líquida. Desconsiderando o valor da terra, o retorno sobre o investimento é sempre superior a 7,1%, para os eficientes.

Neste tópico, compararam-se os produtores eficientes dos três sistemas com os ineficientes, classificados pela técnica DEA, nos modelos de fluxo e estoque. Constatou-se que a grande maioria dos indicadores de produção, produtividade e financeiros são melhores, em média, nos sistemas eficientes se comparados aos seus pares ineficientes. Exceção é feita nos gastos com alimentação, mas são coerentes com a expectativa e estão de acordo com os encontrados por GOMES (1999a).

Destaque é dado aos preços recebidos que apresentam pequena diferença entre os eficientes e ineficientes dentro de cada sistema. Isto é coerente com a condição de tomador de preços no mercado pelos produtores de leite e tem sido atribuído ao aumento de escala de produção como saída para os produtores. Entretanto, constatou-se que a escala média dos produtores ineficientes é elevada e isto não foi suficiente para garantir a condição de eficiência. Observou-se que esta é uma condição desejada, mas não suficiente para ser eficiente tecnicamente.

Os custos de produção são sempre menores nos eficientes. Minimizá-los é fundamental dentro de qualquer sistema. Na condição de tomador de preço e que escala de produção não garante eficiência, esta é a variável de maior relevância para o produtor, na determinação da sua equação de lucro. Se o

produtor não for eficiente na busca de insumos adequados, de menores preços, ele não se torna eficiente tecnicamente.

Entre os sistemas, os custos crescem à medida que aumenta o grau de sangue da raça holandesa. A relação preços recebidos/custo de produção aumenta à medida que se diminui o grau de sangue da raça holandesa. Isto demonstra a maior sensibilidade dos sistemas de produção com gado holandês às oscilações de preços ocorridas no mercado. O manejo zootécnico deste tipo de rebanho é menos flexível que o dos sistemas explorados com gado mestiço e zebu, o que dificulta os ajustes diante das mudanças.

Observou-se, através do modelo de estoque, que os produtores eficientes imobilizam mais em animais e benfeitorias e menos em terra e máquinas, que os seus pares ineficientes. Constatou-se em relação aos sistemas eficientes, que se necessitam de menores investimentos no sistema holandês e mestiço para se obter uma mesma produção de leite, que no sistema zebu. Isto, também, ocorreu com os produtores eficientes no modelo de fluxo. Este índice pode ser uma referência para aqueles que querem entrar na atividade.

Constatou-se, pelos dois modelos, que a atividade, em média, remunera pouco o capital investido. No modelo de estoque, os índices são superiores. Este fato deve-se à incorporação da variação de inventário na renda bruta total das fazendas. A situação é mais grave para os ineficientes que não alcançam os níveis da caderneta de poupança, que é acessível a todos e apresenta baixo risco. Entre os eficientes, a atividade remunera menos os produtores de gado holandês nas duas formas de avaliação. O sistema mestiço remunera melhor o investimento no modelo de fluxo e é o segundo melhor no modelo de estoque. O sistema de gado zebu remunera melhor se avaliado pelo modelo de estoque.

Cabe ressaltar que, o número de produtores eficientes do sistema zebu, no modelo de estoque, foi de apenas três, na reduzido grupo de 14 fazendas. A escala de produção destas fazendas é de, aproximadamente, 1.000 litros/dia. A área média utilizada na atividade é de 744,5 hectares. Segundo o Censo Agropecuário 95/96 (IBGE, 1996), no estrato de grupos de área de pastagem entre 500 e 1.000 hectares para produção, existem apenas 5,44% dos produtores

de Minas Gerais. Desta forma, observa-se que estas três fazendas são uma exceção e não uma regra para o sistema de produção de gado zebu. Estes três produtores são referência para o grupo estudado e não para o sistema de gado zebu de uma forma geral.

3.3.3. *Benchmarks* e importância relativa das variáveis na busca da eficiência

De acordo com GOMES (1999a), é importante salientar que a DEA constrói um único padrão de referência ótimo para cada produtor ineficiente da amostra. Entretanto, pode haver mais de um produtor eficiente ou *benchmark* para aquele ineficiente. No conjunto de soluções do problema de programação linear são apresentados os *benchmarks*, que influenciam, de maneira diferente, a projeção de um ponto ineficiente para outro eficiente. Quanto maior a influência maior é o λ_i no conjunto de soluções e maior a importância deste *benchmark*. Os comentários a seguir são de caráter geral por sistema. Entretanto, ao se analisar uma fazenda ineficiente, do ponto de vista de gerenciamento e tomada de decisão, o administrador, em busca da eficiência, deve analisar todos os *benchmarks* apresentados no conjunto de solução da DEA.

A Tabela 38 apresenta o número de produtores ineficientes de cada sistema de produção por agrupamento. São apresentados, também, o número de *benchmarks* para os ineficientes, por sistema produção, podendo ser do mesmo sistema ou de outros.

No modelo de fluxo englobando todas as fazendas, os 20 produtores ineficientes do sistema holandês tiveram como principal *benchmark* quatro produtores do mesmo grupo, 11 do sistema mestiço e cinco do sistema zebu. Todos os 20 tinham pelo menos um *benchmark* de gado mestiço. Para 18, também, havia um produtor eficiente de gado zebu. Os produtores do seu próprio grupo somente foram referência para 10 produtores ineficientes.

Tabela 38 - Número de fazendas ineficientes por agrupamento e número de *benchmarks* por sistema de produção, nos modelos de fluxo e estoque

	Modelo de fluxo				Modelo de estoque			
	Total ineficiente	<i>Benchmarks</i>			Total ineficiente	<i>Benchmarks</i>		
		H ¹	M ²	Z ³		H	M	Z
Agrupamento HMZ	54				90			
Fazendas holandês	20	4	11	5	27	10	16	1
Fazendas mestiço	31	2	9	20	52	17	27	8
Fazendas zebu	3	-	-	3	11	5	3	3
Agrupamento HM	37				78			
Fazendas holandês	14	4	10	-	27	10	17	-
Fazendas mestiço	23	5	18	-	51	19	32	-
Agrupamento HZ	22				35			
Fazendas holandês	19	8	-	11	24	23	-	1
Fazendas zebu	3	-	-	3	11	9	-	2
Agrupamento MZ	33				53			
Fazendas mestiço	30	-	12	18	43	-	35	8
Fazendas zebu	3	-	-	3	10	-	6	4

Fonte: Dados da pesquisa.

¹ Holandês;

² Mestiço;

³ Zebu.

Os principais *benchmarks* das 31 fazendas de gado mestiço ineficientes foram nove do próprio grupo, duas do sistema holandês e 20 de zebu. Para 28 dos 31 ineficientes do sistema mestiço há um produtor eficiente dentro do próprio grupo, com o primeiro ou segundo maior λ_i . Os outros três tiveram como *benchmarks* produtores de gado zebu. No sistema zebu, os principais *benchmarks* são sempre do mesmo sistema.

Ao se agrupar os sistemas dois a dois, observam-se no agrupamento HM que as fazendas de gado mestiço são referência para a maioria dos ineficientes deste agrupamento. São 10 *benchmarks* para os 14 ineficientes do sistema holandês e 18 para os 23 do próprio sistema. Quatro sistemas de produção de gado holandês são a melhor referência para ineficientes do próprio grupo e cinco

para o sistema mestiço. No agrupamento HZ, há 19 ineficientes do sistema holandês, que têm como *benchmarks* oito fazendas dentro do próprio grupo e 11 no grupo zebu. Há, no agrupamento MZ, 30 fazendas de gado mestiço ineficientes. Os seus *benchmarks* são 40% do próprio sistema e 60% do sistema zebu.

No modelo de estoque, 90 produtores são ineficientes. Um produtor de gado mestiço é *benchmark* de 74 produtores ineficientes. Admitiu-se a possibilidade de um *outlier*. Ele foi retirado do modelo e um outro produtor passou a ser referência para 62. Optou-se, então, por manter todos os 105 produtores e fazer as análises.

No agrupamento total (HMZ), os ineficientes são 27 do sistema holandês, 52 do sistema mestiço e 8 do zebu. No sistema holandês, em 37% dos casos, o benchmark principal está no próprio sistema. Em apenas uma fazenda, o maior λ está no sistema zebu e, para 60% dos ineficientes, a melhor referência está no sistema mestiço. Pelas diferenças zootécnicas mais intensivas do sistema holandês em relação ao zebu, este era o resultado esperado.

Analisando os dados da Tabela 37, observa-se que os eficientes do sistema mestiço imobilizaram menos em todos os recursos quando comparados aos ineficientes do sistema holandês. Ao se analisar a margem líquida e o retorno sobre o investimento, que refletem melhor a análise de longo prazo objetivada pelo modelo de estoque, constata-se a coerência dos resultados, indicando que as fazendas de mestiço são *benchmarks* para maioria dos ineficientes do sistema holandês.

Os principais *benchmarks* para as fazendas ineficientes de gado mestiço estão em 52% dos casos dentro do próprio sistema, em 33% no sistema holandês e em 15% no sistema zebu. Novamente observa-se a pequena influência do sistema zebu, que é o menos moderno tecnicamente. O maior número de produtores referência dentro do próprio sistema indica uma maior facilidade nos ajustes para os ineficientes do sistema mestiço. Entretanto, os ajustes para 1/3 dos ineficientes, provavelmente, serão mais difíceis, pois estão no sistema holandês.

No modelo de estoque, os produtores de gado zebu têm, principalmente, nos outros dois sistemas o referencial para atingir a fronteira. Para cinco e três produtores dos 11 ineficientes, as mudanças estruturais serão maiores e estão nos sistemas holandês e mestiço, respectivamente. Basicamente, isto se deve, à maior produtividade dos fatores utilizados pelos sistemas holandês e mestiço, mais modernos tecnicamente.

Em relação aos *benchmarks*, são apresentadas as quantidades possíveis de serem reduzidas sem afetar a produção, conforme propõe a técnica DEA orientada aos insumos. Apresentam-se os valores absolutos médios e discutem-se os resultados de acordo com a participação relativa ponderada das variáveis de fluxo ou estoque. Os resultados são apresentados nas Tabelas 39 e 40.

Tabela 39 - Redução média nos insumos em relação ao total excedido, utilizados pelos produtores de leite ineficientes, no modelo de fluxo

	Holandês	Mestiço	Zebu
Total excedido ¹	44.606	40.320	13.724
Mão-de-obra ²	15,5	21,7	35,6
Alimentos volumosos ²	14,2	18,0	6,4
Alimentos concentrados ²	30,5	27,0	20,7
Medicamento ²	11,6	7,4	13,6
Inseminação ²	2,7	3,0	3,3
Energia ²	1,8	2,8	5,5
Fluxo com benfeitorias ²	7,2	7,1	9,0
Fluxo com máquinas ²	16,6	13,0	5,8

Fonte: Dados da pesquisa

¹ em reais;

² em %.

Tabela 40 - Redução média nos fatores de produção em relação ao total excedido, utilizados pelos produtores de leite ineficientes, no modelo de estoque

	Holandês	Mestiço	Zebu
Total excedido ¹	406.378	352.535	426.614
Terra ²	49,7	47,5	62,0
Instalações ²	9,0	8,2	6,3
Cercas ²	2,0	4,7	4,3
Tratores e implementos ²	10,6	9,5	2,7
Ordenha e tanques ²	6,0	4,1	1,6
Animais ²	22,6	26,1	23,1

Fonte: Dados da pesquisa.

¹ em reais;

² em %.

Observa-se que a tendência de redução dos insumos obedece à lógica da sua participação no custo operacional efetivo, de acordo com cada sistema de produção. Para os sistemas holandês e mestiço os produtores ou tomadores de decisão devem concentrar seus esforços na minimização dos gastos com alimentação. Juntos, concentrado e volumoso representam, para estes sistemas, mais de 40% das possibilidades de redução dos insumos. Não é incomum ver todas as categorias animais de rebanhos holandeses sendo suplementados com concentrado e silagem de milho o ano todo, que tem custo mais elevado que outros alimentos. Tal prática, também, é utilizada em rebanhos mestiços de baixa produção no período da seca. Nutricionalmente, não se justificam estas práticas.

PEREIRA e CORRÊA (2001) sugerem a introdução da cana para alimentação de gado holandês. Em vacas produzindo aproximadamente 30 kg de leite/dia, eles encontraram uma redução na produtividade somente de 2,0 kg nas dietas com cana, quando comparada com outras recebendo silagem de milho. Ressalta-se que as duas dietas estavam ajustadas à exigência nutricional das

vacas, mas não têm os custos das mesmas. Estes autores chamam a atenção, também, pela má qualidade das silagens de milho utilizadas nas dietas por vários produtores. Para vacas com produção de até 13 litros/dia, produção comum em rebanhos mestiços, as silagens são preteridas aos pastejos rotacionados no período das águas e a cana/uréia na seca, ambas ajustadas à exigência nutricional (FERREIRA, 2001).

Para o sistema zebu, mão-de-obra e concentrado devem ser os principais focos de avaliações, objetivando a minimização dos mesmos. Eles representam 56,3% da possibilidade de reduções, segundo a técnica DEA. Segundo GOMES (1999b), geneticamente, a capacidade de resposta à produção das vacas deste grupo é baixa, o que não justifica suplementá-las com concentrado, para fins de se aumentar a produção.

Observa-se que a possibilidade na redução do custo operacional efetivo através da mão-de-obra cai à medida que o padrão genético do rebanho se especializa, ou seja, concentra-se no holandês. Isto está coerente com a Tabela 34, que mostrou a produtividade da mesma em cada sistema.

As decisões em todos os campos da produção são inerentes ao ser humano. O mau uso de medicamentos, inseminações, energia e de todos os outros insumos é dependente da decisão humana. Neste sentido, investir na qualificação do capital humano é fundamental, para todos os sistemas, conforme ressaltam VOLPI e BRESSAN (2001). Sem melhorá-la, pode-se reduzir o custo, mas não minimizá-lo. GOMES (2000) coloca os investimentos em mão-de-obra como uma pré-condição de sustentabilidade dos sistemas de produção.

A participação relativa do fluxo de máquinas no custo operacional efetivo é de 7,2% no sistema holandês e 6,2% no mestiço. Observa-se, entretanto, que a possibilidade de redução do COE, através de ajustes neste insumo é mais que o dobro, para estes sistemas. As reduções possíveis são de 16,6% e 13,0%, respectivamente. Analisando o modelo de estoque, esta condição se repete para os itens aos quais este insumo se refere, ou seja, o capital imobilizado em máquinas.

Os produtores do sistema holandês investiram em máquinas em 16,6% a mais que o necessário e os de mestiço em 13,6%. Isto demonstra que os produtores ineficientes destes dois grupos não fizeram as devidas análises de investimento em máquinas, para as suas respectivas propriedades. Imobilizaram mais recursos financeiros, aumentaram seus custos e os riscos da atividade. A existência de crédito facilitado, associado às pressões das indústrias induzem produtores a este equívoco. No item benfeitoria, isto também ocorre, porém, em proporções menores.

De acordo com o modelo de estoque, o recurso ocioso mais abundante é a terra. Representa 50% do total possível de ser reduzido. Entretanto, terra tem um comportamento indivisível. O produtor só se dispõe a vender uma parte do seu estabelecimento no último caso para otimizar o seu sistema de produção (ALVES, 2001a). Este autor salienta que a ociosidade da terra poderia ser combatida com o aluguel das mesmas. Esforços na elaboração de contratos desta natureza devem ser realizados.

Os produtores ineficientes dos três sistemas apresentaram o excesso de capital imobilizado em animais como segundo maior fator. Aparentemente, há uma incoerência nesta condição sob o ponto de vista de escala de produção. Acredita-se que esta condição esteja relacionada a fatores zootécnicos. Admite-se a possibilidade de manejo inadequado das vacas. A nutrição inadequada impede que a vaca expresse todo o seu potencial produtivo. Desta forma, ela se comporta como uma unidade de produção com capacidade instalada ociosa, que afeta os níveis de eficiência técnica.

As médias de produtividade das vacas dos produtores ineficientes são inferiores nos sistemas mestiço e zebu, se comparadas aos seus pares. No sistema holandês ela é, praticamente, igual. Admitindo que o preço e o custo de manutenção das vacas sejam os mesmos, dentro de cada sistema de produção, vacas de melhor produtividade são preferidas. Logo, os produtores ineficientes devem selecionar melhor os seus rebanhos. Outro fator importante é a eficiência reprodutiva das vacas, que está correlacionada diretamente com o número de vacas em lactação que produzem a renda da atividade.

A eficiência reprodutiva dos rebanhos holandeses ineficientes tecnicamente é de 69,7%, 7,3% menor que a dos rebanhos que alcançaram a fronteira. No sistema mestiço ela é de 72% e 5,2% menor, seguindo as mesmas condições. No sistema zebu não há diferenças nas eficiências reprodutivas.

No sistema zebu, encontra-se um maior número de animais nas fases de cria e recria, devido à maior idade ao primeiro parto das novilhas. Neste sistema mais extensivo zootecnicamente, a idade ao primeiro parto ocorre acima de 30 meses. Desta forma, segundo GOMES (2000), existe um maior número de animais jovens que ocupam “espaço” das vacas, que são as unidades que produzem a renda da atividade.

Baseado no resultado da DEA para os modelos de fluxo e estoque, selecionou-se a fazenda dentro de cada sistema, que foi *benchmark* do maior número de fazendas ineficientes, no grupo de 105 propriedades. Esta seleção visa apresentar um referencial de cada sistema de produção para os tomadores de decisão. Na Tabela 41 são apresentados os indicadores zootécnicos e econômicos destes *benchmarks*.

No modelo de fluxo, a fazenda H33 de gado holandês foi *benchmark* para 12 ineficientes no grupo total. A M85 do sistema mestiço e a Z98 do sistema zebu foram *benchmarks* para 23 e 32 ineficientes, respectivamente. No modelo de estoque, a H25 é referência para 47 dos 90 que estão fora da fronteira. A M34 influenciou 77 e a Z98 influenciou 22. Vale ressaltar que uma fazenda ineficiente pode ter mais de um *benchmark*.

Observa-se que as tendências dos indicadores zootécnicos e econômicos apresentadas nas Tabelas 34 a 37 se repetem, analisando os *benchmarks*. A referência para o sistema de gado holandês é elevada escala de produção, produtividade da vaca igual ou superior a 20 kg/dia. A escala para o sistema mestiço não se mostrou tão relevante. Entretanto, a produtividade da vaca é importante, sendo superior a 14,7 kg/dia. No sistema de gado zebu, escala e produtividade são fundamentais.

Tabela 41 - Indicadores dos melhores *benchmarks* por sistema de produção em cada modelo e em ambos

<i>Benchmarks</i>	Fluxo			Estoque			Fluxo e estoque		
	H33	M85	Z98	H25	M34	Z98	H33	M34	Z98
Equiv. l/dia ¹	8.155	391	924	5377	1269	924	8.155	1269	924
N.º vacas lact. ¹	318	25	119	243	55	119	318	55	119
l/vaca/dia ¹	20,5	14,7	6,8	20,0	18,5	6,8	20,5	18,5	6,8
Mão-de-obra ²	9,9	27,2	35,5	13,3	18,7	35,5	9,9	18,7	35,5
Volumoso ²	30,2	17,5	23,1	20,7	21,6	23,1	30,2	21,6	23,1
Concentrado ²	44,8	33,0	22,3	40,9	36,7	22,3	44,8	36,7	22,3
Medicamento ²	6,0	1,9	1,4	5,8	9,2	1,4	6,0	9,2	1,4
Inseminação ²	1,1	0,5	0,0	0,6	1,2	0,0	1,1	1,2	0,0
Energia ²	1,3	2,0	3,6	2,9	3,6	3,6	1,3	3,6	3,6
Man. benf. ²	1,8	3,2	5,1	1,7	1,2	5,1	1,8	1,2	5,1
Man. máq. ²	1,2	6,6	1,5	2,2	2,6	1,5	1,2	2,6	1,5
COE ³	853,3	29,3	77,8	712,5	121,5	77,8	853,3	121,5	77,8
COT ³	905,5	37,7	86,2	747,4	132,9	86,2	905,5	132,9	86,2
Custo/litro ⁴	30,3	26,4	25,6	37,9	28,7	25,6	30,3	28,7	25,6
RB total ³	1.100,1	48,5	129,0	804,6	166,9	129,0	1.100,1	166,9	129,0
Preço/litro ⁴	37,0	34,0	38,3	41,1	36,0	38,3	37,0	36,0	38,3
MB ³	246,9	19,1	51,1	92,1	45,4	51,1	246,9	45,4	51,1
ML ³	194,7	10,8	42,8	57,2	34,1	42,8	194,7	34,1	42,8
Terra ³	468,4	76,2	164,8	204,0	75,0	164,8	468,4	75,0	164,8
Benfeitoria ³	120,0	13,4	28,5	1.185,7	33,4	28,5	120,0	33,4	28,5
Máquina ³	80,0	15,8	7,5	78,4	47,6	7,5	80,0	47,6	7,5
Animais ³	1.347,0	40,9	148,4	635,2	80,2	148,4	1.347,0	80,2	148,4
MB/K1 ²	12,3	13,1	14,6	4,4	19,2	14,6	12,3	19,2	14,6
MB/K2 ²	16,0	27,3	27,7	4,8	28,2	27,7	16,0	28,2	27,7
ML/K1 ²	9,7	7,4	12,2	2,7	14,4	12,2	9,7	14,4	12,2
ML/K2 ²	12,6	15,4	23,2	3,0	21,1	23,2	12,6	21,1	23,2

Fonte: Dados da pesquisa.

¹ em unidade;

² em %;

³ em milhares de reais;

⁴ em centavos de real.

K1 patrimônio total;

K2 patrimônio sem o valor da terra.

Analisando os indicadores econômicos de curto e longo prazo de forma agregada, nas três fazendas selecionadas, nos dois modelos (fluxo e estoque), observam-se a superioridade dos *benchmarks*. O retorno sobre o investimento analisado através da margem bruta sobre o patrimônio total, é superior a 12% ao ano em todos os sistemas. Analisado através da margem líquida, observam-se resultados de retorno sobre o investimento ao ano de 9,7% para o sistema holandês, 14,4% para o sistema mestiço e 12,2% para zebu. Estes resultados são superiores às médias apresentadas nas Tabelas 36 e 37, onde os mesmos são no máximo 9,2%. Com esta rentabilidade, superior ao rendimento da caderneta de poupança em pelo menos 61,7%, a atividade leiteira mostra-se viável economicamente e atrativa, independente do sistema de produção. Cabe ao tomador de decisão a escolha de que tipo de rebanho e ou tecnologia irá adotar. De acordo com os resultados, os *benchmarks* mostraram-se mais eficientes, tornando-se uma referência para os tomadores de decisão no gerenciamento das fazendas.

Neste tópico, mostrou-se a importância relativa das variáveis na determinação da ineficiência dos produtores, nos três sistemas. Referiu-se também aos *benchmarks* para os ineficientes. Análise mais específica tem que ser feita caso a caso entre o ineficiente e o seu principal *benchmark*.

Observa-se que a importância de cada uma, correlaciona-se com a sua participação na composição do custo operacional efetivo e do capital imobilizado na atividade. Minimizar gastos com concentrado, volumosos e mão-de-obra são sempre muito importantes. Ressalta-se a importância crescente do fluxo de serviços com máquinas nos sistemas com predominância de sangue holandês.

Através dos modelos de estoque, constatou-se a existência de investimentos indevidos nos sistemas de gado holandês e mestiço ineficientes. Com estes investimentos, empatou-se mais capital, aumentaram-se os gastos com fluxo de máquinas e aumentou o risco na atividade. Observa-se isto, também, para benfeitorias. Há o dobro de terra necessária sendo utilizada na exploração da atividade. Reduzir esta ociosidade, através de alugueis ou venda, deve ser avaliado pelos produtores, na busca de otimizar seus sistemas.

Observa-se que a técnica DEA cria um referencial e aponta em quais pontos os produtores ineficientes devem atuar para alcançar a eficiência. Neste sentido ela é uma ferramenta de apoio à decisão. A técnica apontou os condicionantes das ineficiências e não um mais importante. Ela não orienta como. A DEA selecionou as fazendas mais eficientes ou *benchmarks*. Os resultados obtidos pelos *benchmarks* mostram que os diferentes tipos de sistemas de produção devem permanecer atuando. Os *benchmarks* são bons balisadores para os produtores de cada sistema, tanto no curto como no longo prazo e devem ser referência na busca da eficiência técnica e econômica na atividade. Administrada com eficiência, a atividade leiteira é atrativa e apresenta retorno sobre o investimento superior à caderneta de poupança.

Neste sentido, tomam-se imprescindíveis os investimentos em qualificação de mão-de-obra e em sistemas de informações. Munir o produtor de informações que permitam a compreensão do funcionamento administrativo de sua atividade é requisito básico para VIVAN e SETTE (2001). VALE et al. (1995) colocam as informações como vitais para processo decisório.

3.3.4. Estratificação dos produtores segundo escala de produção

Segundo ALVES (2001b), a escala de produção depende do lucro que o litro de leite dá, do salário alternativo que o produtor tiver e de características da tecnologia, as quais são função do preço da terra, dos salários e da rentabilidade de explorações que competem com a produção de leite.

De acordo com a classificação da DEA, dividiram-se os produtores eficientes e os ineficientes em três escalas de produção, obedecendo o padrão racial. A renda disponível, medida em salários mensais, é apresentada de acordo com os estratos na Tabela 42. Os valores referem-se à média em cada observação.

Tabela 42 - Escala de produção em litros por dia e renda dos produtores em salário mínimo por mês

Produção	Grupo	Eficientes			Não eficientes		
		N	MB	ML	N	MB	ML
< 500	Holandês	2	4,8	1,9	6	5,8	1,6
	Mestiço	6	7,1	3,8	7	3,5	0,0
	Zebu	4	12,0	7,8	3	7,1	2,9
500-1.000	Holandês	4	9,7	4,8	4	4,4	(2,4)
	Mestiço	10	17,1	11,2	13	9,2	4,2
	Zebu	6	18,6	14,0	-	-	-
>1.000	Holandês	7	49,7	33,3	10	15,1	3,0
	Mestiço	11	42,9	32,2	11	19,5	10,1
	Zebu	1	39,9	31,9	-	-	-

Fonte: Dados da pesquisa.

Encontram-se produtores eficientes tecnicamente nos três estratos de produção, para os três grupos raciais. Com produção de até 500 litros/dia há 12 eficientes e 16 ineficientes. No estrato intermediário existem 19 eficientes e 18 não eficientes. Os produtores com maior escala são 40, onde 19 estão sobre a fronteira e 21 estão fora dela. Observa-se que, independente do grupo avaliado, escala não define eficiência técnica. Entretanto, no sistema zebu, os três ineficiente estão no menor estrato.

As considerações sobre margem bruta (MB) e margem líquida (ML) já foram feitas. O número de salários auferidos pelos produtores eficientes tecnicamente é sempre superior. Isto não acontece somente para os produtores de gado holandês com a menor escala. Nos dois primeiros estratos eficientes, o sistema que menos remunera é o do gado holandês.

Se considerar a margem líquida, os outros dois sistemas remuneraram pelo menos 2,3 vezes mais. No último estrato, a melhor margem é do gado

holandês, mas é superior aos demais em menos de 5,0%. A medida que a escala cresce, diminui a diferença entre a margem líquida do sistema mestiço em relação ao zebu. No último estágio, ela se inverte, ou seja, o produtor de gado mestiço eficiente possui maior renda líquida medida em salários que o do zebu.

Analisando os salários medidos pela margem bruta e margem líquida nos três sistemas, observa-se que os custos fixos afetam mais a renda do sistema holandês, seguido pelo mestiço e, por último, o zebu. A sua importância relativa, em todos os sistemas, diminui com o crescimento da produção, conforme a teoria da produção.

A ausência de remuneração, assim como a presença de valores negativos para produtores ineficientes, demonstra que, para estes, é grande o risco de saída da atividade. Obviamente, permanecer na atividade é uma decisão de cada produtor, independente de quantos salários se recebe ou se perde na atividade. Do ponto de vista racional, não há lógica em perder.

Neste tópico, constatou-se que a escala de produção não garante eficiência técnica. A renda disponível dos produtores ineficientes é sempre inferior à dos eficientes tecnicamente. Há casos em que ela é nula ou negativa. Para aqueles produtores eficientes tecnicamente, maior escala garantiu maior renda. Nos dois estratos menores, a renda disponível dos produtores de gado holandês é sempre inferior à dos demais. No maior estrato, ela é 3,3% superior à do mestiço e 4,2% à do zebu. Os custos fixos afetam mais os produtores de menor escala. Entre os sistemas, os custos fixos afetam mais os produtores de gado holandês, seguido do mestiço e zebu.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

O presente estudo tem como base um banco de dados formado por 105 fazendas leiteiras, distribuídas em 11 mesorregiões de Minas Gerais. O primeiro requisito para participar do estudo foi a presença de registros zootécnicos e econômicos nas fazendas de origem. São fazendas que possuem a atividade leiteira como principal fonte de renda. Todas possuem algum tipo de acompanhamento técnico.

O modelo utilizado no trabalho é não paramétrico. Tem como referencial teórico a eficiência técnica e alocativa e referencial analítico a Análise Envoltória de Dados (DEA). A DEA possibilitou a construção da fronteira de eficiência técnica das 105 propriedades rurais, distribuídas nos três principais tipos de sistemas de produção existentes na pecuária leiteira de Minas Gerais. São sistemas de gado holandês, mestiço e zebu.

De forma conjunta, a DEA compara a eficiência de todas as fazendas de uma só vez, obedecendo à quantidade de insumos (*inputs*) necessários para se obter uma quantidade de produtos (*outputs*). As fazendas que combinam melhor os seus recursos na obtenção de produtos são consideradas eficientes, determinam uma fronteira de produção e são chamadas de *benchmarks*. Simultaneamente, as fazendas menos eficientes, influenciadas pelos *benchmarks*, localizam-se fora da fronteira, apresentando uma ou mais falhas na combinação

dos insumos (mão-de-obra, volumoso, concentrado, medicamento, inseminação artificial, energia, serviços com máquinas e benfeitorias) para obter produtos (leite, animais), no modelo de fluxo monetário, que representa uma análise de curto prazo. Uma análise de longo prazo, com as mesmas características é realizada através do modelo de estoque de capitais, onde os recursos (terra, benfeitorias, máquinas e animais) são utilizados na produção de leite e animais. As falhas são apresentadas e quantificadas em relação aos *benchmarks* nos dois modelos e servem de referência para o tomador de decisão, no gerenciamento da atividade.

As conclusões obtidas com o presente trabalho são:

- A técnica DEA mostrou-se eficiente como ferramenta de apoio à decisão na atividade leiteira, para os modelos de fluxo e estoque. Os *benchmarks*, ou melhores fazendas, selecionados pelos modelos de eficiência técnica possuem indicadores econômicos superiores às ineficientes, legitimando o estudo;
- Todos os indicadores de produção e produtividade dos rebanhos analisados são superiores aos encontrados para a média de Minas Gerais. Isto propõe a necessidade de análises segmentadas para melhor compreender a dinâmica da produção primária de leite;
- As fazendas dentro dos grupos são modernas tecnologicamente, segundo seus recursos disponíveis e insumos utilizados;
- Nos modelos de fluxo, a determinação da fronteira eficiente é afetada em maior grau pelos produtores de gado zebu, seguido pelo mestiço e holandês;
- Nos modelos de estoque, a determinação da fronteira é condicionada primeiro pelos produtores de gado holandês, seguida pelos produtores de gado mestiço e, por último, os de zebu;
- Em todos os grupos, os produtores estão mais aptos a combinar eficientemente os insumos que os fatores de produção;
- Pela maior proximidade do perfil tecnológico, os produtores de gado mestiço eficientes são bons balizadores para os produtores de gado holandês ineficientes. Para os ineficientes do grupo mestiço, o melhor referencial está

dentro do próprio grupo. No grupo zebu eficiente, há produtores suficientes para orientarem os seus parceiros ineficientes;

- Os preços recebidos influenciaram pouco na determinação da eficiência técnica nos três sistemas;
- A eficiência na aquisição de insumos adequados, ou seja, a eficiência – preço foi determinante no alcance da eficiência técnica. Os produtores eficientes gastam menos em insumos que os ineficientes;
- Os produtores eficientes investem mais relativamente na alimentação das vacas;
- Os custos totais da produção crescem à medida que o padrão racial se aproxima da raça holandesa;
- O sistema mais susceptível às oscilações do preço do leite e dos insumos é o holandês, seguido pelo mestiço e, por último, o zebu;
- Sendo eficiente, definindo uma quantidade a ser produzida, necessita-se de menos capital para produzi-la com o sistema holandês, seguido do mestiço e, por último, o zebu;
- Os produtores ineficientes devem pautar suas mudanças na minimização de concentrados, volumosos e mão-de-obra para alcançarem a eficiência;
- Os custos fixos afetam mais os sistemas de gado holandês, mestiço e zebu, nesta ordem, para uma determinada escala de produção;
- Os resultados indicam que os produtores ineficientes de gado holandês e mestiço fizeram investimentos sem as devidas análises de retorno sobre o investimento e risco. Investiram além do necessário em máquinas e aumentaram os seus custos fixos;
- Entre os produtores ineficientes, há o dobro da terra necessária à atual produção;
- Maior escala de produção é uma condição desejada, mas não garante eficiência técnica. À medida que ela cresce, a renda disponível cresce mais nos sistemas mestiço e holandês, que no zebu;
- A renda disponível dos produtores ineficientes é inferior à dos eficientes;

- Os sistemas avaliados, classificados como eficientes nos modelos de fluxo e estoque, apresentam taxas de retorno sobre o capital investido superiores aos ineficientes. Incluindo-se, no patrimônio, o valor da terra, as taxas de retorno mantêm a mesma tendência, porém, com resultados inferiores. Admitindo-se 6,0% ao ano como custo de oportunidade mínimo (juros da caderneta de poupança), pode-se concluir que os sistemas de produção eficientes ou *benchmarks* são atrativos. A permanecer os mesmos sistemas de produção dos ineficientes, eles poderão abandonar a atividade leiteira. Ter como referência os *benchmarks* , pode ser o caminho alternativo para os produtores ineficientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A DEA HOME PAGE. **Introduction to DEA**. [07 maio 2001]. (<http://www.emp.pdx.edu/dea/homedea.html>).
- ALVES, E.R.A. Características do desenvolvimento da agricultura brasileira. In: GOMES, A.T., LEITE, J.L.B., CARNEIRO, A.V. (Eds.). **O agronegócio do leite no Brasil**. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 2001a. p. 11-31.
- ALVES, E.R.A. **Queda do preço do leite**. Brasília: EMBRAPA, 2001b. 4 p. (Mimeogr.).
- ALVES, E.R.A. **Escala de produção de leite**. Brasília: EMBRAPA, 2001c. 4 p. (Mimeogr.).
- ALVES, E.R.A., GOMES, A.P. Medidas de eficiência na produção de leite. **Revista Brasileira de Economia**, v. 52, n. 1, p. 145-167, 1998.
- ALVES, E.R.A., LOPES, M., CONTINI, E. O empobrecimento da agricultura brasileira. **Revista de Política Agrícola**, v. 8, n. 3, p. 5-19, 1999.
- BRANDÃO, A.S.P., LEITE, J.L.B. Características principais do comércio internacional de leite. 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. 167-180.
- 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.

- COELLI, T.J. **A guide to DEAP version 2.1: a data envelopment analysis program.** Armidale, Austrália: University of New England, 1996. 49 p. (CEPA Working Papers, 8).
- COELLI, T., PRASADA RAO, D.S., BATTESE, G.E. **An introduction to efficiency and productivity analysis.** Norwel, MA: Kluwer Academic Publishers, 1998. 275 p.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA - CNA. **Valor bruto da produção.** [17 maio 2002]. (<http://www.cna.org.br/indicadoresn/mar02>).
- FARREL, M.J.. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society.** Series A, 120, part 3, p. 253-281, 1957.
- FERREIRA, A.H. **Planejamento de fazendas produtoras de leite da mesorregião Oeste de Minas: uma aplicação da programação linear.** Viçosa: UFV, 2001. 8 p. (Mimeogr.). (Apostila de ERU 727 - Métodos Econômicos em Economia).
- GOMES, A.P. **Impactos das transformações da produção de leite no número de produtores e requerimentos de mão-de-obra e capital.** Viçosa: UFV, 1999a. 161 p. Tese (Doutorado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- GOMES, S.T. Diagnóstico e perspectivas da produção de leite no Brasil. In: VILELA, D., BRESSAN, M., CUNHA, A.S. (Eds.). **Restrições técnicas, econômicas e institucionais ao desenvolvimento da cadeia produtiva do leite no Brasil.** Brasília: MCT/CNPq/PADCT; Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1999b. p. 19-35.
- GOMES, S.T. **Economia da produção do leite.** Belo Horizonte: Itambé, 2000. 132 p.
- GOMES, S.T. **Menos produtores produzem mais leite.** [02 mar. 2001a]. (<http://www.milkpoint.com.br>).
- GOMES, S.T. Evolução recente e perspectivas da produção de leite 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, 2001b. p. 49-61.
- 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. 167-180.

- HENDERSON, J.M., QUANDT, R.E. **Teoria microeconômica: uma abordagem matemática**. São Paulo: Pioneira, 1976. 417 p.
- HOFFMANN, R., SERRANO, O., NEVES, E.M., THAME, A.C.M., ENGLER, J.J.C. **Administração da empresa agrícola**. São Paulo: Pioneira, 1987. 325 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Banco de dados**. [15 abr. 2001]. (<http://www.sidra.ibge.gov.br>).
- ITAMBÉ ultrapassa Parmalat em leite. **Gazeta Mercantil - Agribusiness - Finanças & Mercados**, 07 jul. 2000.
- KONZEN, O.G. Modernização e competitividade entre sistemas na produção de leite. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 105-129, 1998.
- LEITE, J.L.B., GOMES, A.T. Perspectivas futuras dos sistemas de produção de leite no Brasil. In: GOMES, A.T., LEITE, J.L.B., CARNEIRO, A.V. (Eds.). **O agronegócio do leite no Brasil**. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 2001. p. 207-240.
- LINS, M.P.E., MEZA, L.A. **Análise envoltória de dados e perspectivas de integração no ambiente de apoio à decisão**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2000. 232 p.
- LINS, M.P.E., NOVAES, L.F.L. Modelos de otimização e econométrico: estado da arte na formulação da função de produção. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 32, 2000, Viçosa. **CD-ROM...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional, 2000. p. 1271-1288.
- MARINHO, A., RESENDE, M., FAÇANHA, L.O. Brazilian federal universities: relative efficiency evaluation and data envelopment analysis. **Revista Brasileira de Economia**, v. 51, n. 4, p. 489-508, 1997.
- PARÂMETROS de qualidade. **Informativo Itambé da Qualidade**, n. 1, 4 p., dez. 2001.
- PEREIRA, M.F. **Mensuramento da eficiência multidimensional utilizando análise de envelopamento de dados: revisão da teoria e aplicações**. Florianópolis: UFSC, 1995. 85 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, 1995.

- PEREIRA, M.N., CORRÊA, C.E.S. Um problema nacional: milho duro e de baixa digestibilidade. In: SOUZA, A.H. (Ed.). **Empresa leiteira: aspectos fundamentais de sanidade e produção animal**. Botucatu, 2001. p. 5-9. (XV Semana de Estudos Agropecuários e Florestais de Botucatu).
- PEREIRA, M.F., SILVEIRA, J.S.T., LANZER, E.A.. **Mudança de produtividade e eficiência no setor agropecuário brasileiro**. [11 fev. 2002]. (<http://www.sociais.ufpr.br/ampec/economia.htm>).
- RUFINO, J.L.S. Perspectivas e avanços em laticínios. In: CASTRO, M.C.D., PORTUGAL, J.A.B. (Eds.). **Avanços e questões perspectivas na cadeia produtiva do leite**. Juiz de Fora: EPAMIG/ILCT, 2000. p. 263-278.
- SANT'ANNA, D.D. **Análise de viabilidade e risco de implantação de sistemas de coleta de leite a granel**. Viçosa: UFV, 2000. 102 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- SARAFOGLOU, N., FORSUND, F.R. **On the origins of data envelopment analysis**. Oslo, Norway: Department of Economics, University of Oslo, 2000. (Memorandum, 24). [05 fev. 2002]. (<http://www.oekonomi.uio.no/memo/index/shtml>).
- SEIFORD, L.M., ZHU, J. An investigation of returns to scale in data envelopment analysis. **Omega – The Journal of Management Science**, v. 27, n. 1, p. 1-11, 1999.
- SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS EMPRESAS DE MINAS GERAIS - SEBRAE-MG. **Diagnóstico da pecuária leiteira do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 1996. 102 p.
- SOUZA, D.P.H. **Análise da estrutura de custo e preço de sobrevivência dos principais sistemas de produção de leite**. Viçosa: UFV, 2000. 96 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- VALE, S.M.L.R., GOMES, S.T., SANTOS, H.N., CASTRO, A.C.G. Valor da informação no processo decisório de pequenos produtores de leite do Estado de Minas Gerais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 33, n. 4, p. 29-42, 1995.
- VARIAN, H.R. **Microeconomia: princípios básicos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1994. 710 p.

- VIVAN, A.M., SETTE, R.S. Análise de eficiência técnica e identificação do perfil gerencial de produtores rurais. **Revista de Administração da UFLA**, Lavras, v. 3 , n. 1, p. 54-67, 2001.
- VOLPI, R., BRESSAN, M. Bases para programas de qualificação e habilitação de mão-de-obra para o agronegócio do leite. 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. 111-122.
- 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. 33-48.
- ZOCAL, R.. Leite em números. 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. 241-262.