



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE VETERINÁRIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

**VIABILIDADE TÉCNICA E IMPACTO ECONÔMICO DA  
ERRADICAÇÃO DE *Streptococcus agalactiae* EM REBANHOS BOVINOS**

**ALZIRO VASCONCELOS CARNEIRO**

*Sob a Orientação do Professor*  
**Adevair Henrique da Fonseca**

*e Co-orientação do Professor*  
**José Renaldi Feitosa Brito**

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Área de Concentração em Sanidade Animal.

Seropédica, RJ  
Julho de 2006

636.2142089819

C289v

T

Carneiro, Alziro Vasconcelos, 1953-

Viabilidade técnica e impacto econômico da erradicação de *Streptococcus agalactiae* em rebanhos bovinos / Alziro Vasconcelos Carneiro. – 2006.

59 f.: il.

Orientador: Adevair Henrique da Fonseca.

Tese (doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Veterinária.

Bibliografia: f. 45-57.

1. Bovino de leite – Doenças – Teses. 2. Mastite – Teses. 3. *Streptococcus agalactiae* – Teses. 4. Saúde animal – Teses. 5. Leite – Qualidade – Teses. 6. Agropecuária – Custo-benefício – Teses. I. Fonseca, Adevair Henrique da, 1958-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Veterinária. III. Título.

Dedico este trabalho

à Mirissan e aos nossos filhos,  
Leonardo, Vinícius e Lucas,  
pelo constante incentivo, apoio e compreensão.

Como é grande o meu amor por vocês!

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela saúde e por ter colocado pessoas tão especiais em meu caminho.

A meus pais: José Luiz, pelo exemplo de caráter, dignidade e trabalho, e Flordeliz, pelo amor, confiança e compreensão; aos meus irmãos José Geraldo e Vanessa, pela grande amizade e carinho.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), por possibilitar-me a realização do curso.

Ao Dr. Paulo do Carmo Martins, Chefe Geral da Embrapa Gado de Leite pelo apoio e confiança.

Ao Professor Adevaír Henrique da Fonseca pela amizade e sabedoria para orientar-me nos momentos necessários.

Ao Dr. José Renaldi Feitosa de Brito, minha gratidão especial.

A Professora Maria Júlia Salim Pereira, pelos valiosos ensinamentos.

Aos Drs. Lorildo Aldo Stock e Guilherme Nunes de Souza, pelas contribuições que tanto engrandeceram este trabalho.

Ao Professor José Tarcísio Lima Thièbaut, pela cordialidade nas sugestões.

Ao Dr. Aloísio Teixeira Gomes, pelo estímulo, confiança e amizade.

Aos meus colegas de pós-graduação, em especial a Vânia, Cristina e Fábio pelo companheirismo e por dividir alegrias e ansiedades.

Aos amigos da Embrapa Gado de Leite, Belline, Carlos Alberto, Maria Aparecida, João César, Rosângela, Rui, Takao e Wanderley pela amizade e incentivo, assim como aos colegas da área de Gestão de Pessoas pelo apoio.

Aos professores e funcionários da UFRRJ, por tornar possível e agradável a minha estada nesse curso.

Aos médicos veterinários Robson e Juliano, aos técnicos Armando e João Bosco, e a Associação dos Criadores de Gado Holandês de Minas Gerais, pelo apoio na coleta dos dados.

Aos meus familiares, especialmente a Maria Modesta, Vânia e Marcelo, pelo carinho e amizade sincera.

Aos amigos Airdem e Leda, Welington e Geralda, Rodrigo e Fátima, Vicente e Deusmira, pela grande amizade e incentivo.

A Maria José, pelo carinho e auxílio na verificação ortográfica e gramatical, e a Margarida Ambrósio pela ajuda na obtenção de material bibliográfico.

A todos que contribuíram, de maneira direta ou indireta, para a execução deste trabalho.

## RESUMO

CARNEIRO, Alziro Vasconcelos. **Viabilidade técnica e impacto econômico da erradicação de *Streptococcus agalactiae* em rebanhos bovinos**. 2006. 59p. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias, Sanidade Animal). Instituto de Veterinária, Departamento de Parasitologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2006.

Entre os vários patógenos causadores de mastite, o único que pode ser erradicado do rebanho é *Streptococcus agalactiae*. Dados de dois rebanhos, 'A' e 'B', foram utilizados para avaliar a viabilidade técnica e econômica de um programa de erradicação deste patógeno. Foram utilizados dados de produção, contagem de células somáticas (CCS), mastite clínica e financeiros, de 24 meses. Análise custo/benefício foi realizada com auxílio de modelos matemáticos. Identificaram-se 16 vacas infectadas com *S. agalactiae* no rebanho 'A' e 42 no rebanho 'B', sendo que destas últimas, 31 apresentaram infecção associada com *Staphylococcus aureus*. A eficácia da terapia de ataque foi de 100% nos dois rebanhos. Entretanto, 18 vacas no rebanho 'B' mantiveram a infecção por *S. aureus* após a terapia (42% de eficácia). No rebanho 'B', a redução do número de casos e de vacas com mastite clínica foi de 18 e 21%, respectivamente. A CCS apresentou tendência crescente no grupo infectado e no leite total, nos 12 meses antecedentes à terapia, com as médias de  $980 \times 10^3$  e  $968 \times 10^3$  cél/ml, respectivamente. Após o tratamento, as médias estabilizaram-se em  $541 \times 10^3$  e  $563 \times 10^3$  cél/ml, respectivamente. O custo do tratamento foi de R\$ 175,95 por vaca/tratada, sendo 39% deste com exames laboratoriais, 31% descarte de leite, 20% medicamentos e mão-de-obra devido a operações adicionais e 10% honorários do médico veterinário. O pagamento por qualidade e a redução dos custos com a mastite clínica representaram 55% e 34% do benefício. Aumento significativo não foi observado ( $p > 0,05$ ) na produção média de leite dos grupos tratados e do rebanho 'B'. Estimaram-se retornos de 11,67, 6,45 e 2,63 unidades monetárias para cada unidade investida no programa de erradicação de *S. agalactiae*. As medidas terapêuticas e profiláticas foram eficazes para erradicar e manter o rebanho livre de *S. agalactiae*, além de contribuírem para reduzir a CCS do leite, a incidência de mastite clínica, o descarte/mortalidade precoce e proporcionou ganhos em programa de pagamento por qualidade, sendo sua adoção recomendável. Considerando as exigências brasileiras com relação ao limite de células somáticas e de bactérias totais no leite e o papel de *S. agalactiae* no aumento desses parâmetros, o programa de erradicação deste patógeno pode significar a permanência do produtor na atividade formal, além de reduzir risco para os consumidores e perdas de receitas do Governo com recolhimento de impostos.

**Palavras-chave:** mastite bovina, terapia de ataque, análise custo-benefício.

## ABSTRACT

CARNEIRO, Alziro Vasconcelos. **Economic and technical viability of the eradication of *Streptococcus agalactiae* in bovine herds.** 2006. 59p. Thesis (Doctor in Veterinary Science, Animal Sanidad). Instituto de Veterinária, Departamento de Parasitologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2006.

There are several pathogens causing bovine mastitis, but only *Streptococcus agalactiae* is feasible to be eradicated from a herd. Two herd data ('A' and 'B') were used to evaluate the economic and technical viability of the eradication of this pathogen, based on this pathogen attack program. It was used a 24 month period data from production; somatic cells count (SCC), clinical mastitis and expenditures. A cost-benefit analysis was carried out through mathematical models. It was identified 16 infected cows with *S. agalactiae* in herd 'A', and in herd 'B', there were 42, from which 31 associated with *Staphylococcus aureus*. The therapy effectiveness in eliminating *S. agalactiae* was about 100% in both herds. However, 18 cows kept the infection of *S. aureus* after the therapy (42% of effectiveness). The number of cases and cows with mastitis decrease was about 18% and 21%, respectively. For herd 'B' it was found a SCC growing tendency on infected group and on total milk, 12 months before the therapy ( $980 \times 10^3$  and  $968 \times 10^3$  cells/ml averages, respectively) and stabilization after treatment ( $577 \times 10^3$  cells/ml and  $563 \times 10^3$  cells/ml averages, respectively). Treatment cost was about R\$ 175.95 per cow considering the following higher cost items: laboratory exams (39%); milk discard (31%); veterinary medicaments and labor for additional operations (20%); and veterinary fees (10%). Payment due to quality and to the decrease in clinical mastitis cases represented about 55% e 34% of total benefit. However, it was not found significant milk production increase for treatment program ( $p > 0.05$ ), in treated group, nor in herd 'B'. It was estimated about 11.67; 6.45 and 2.61 monetary unit return for each unit invested. Prophylactic procedures were important to eradicate and maintain the herd free from *S. agalactiae*, they have also contributed for lower incidence of clinical mastitis, decreasing SCC and discard/precocious mortality, so its adoption is recommended. Considering Brazilian requirements relative to somatic cells and milk total bacterial as well as *S. agalactiae* role in increasing these parameters, it is suggested an eradication program of this pathogen, which may help farmers to maintain production under standard requirements, as well as the consumers' reducing risk and Government income loss due to taxes collection.

**Key words:** bovine mastitis, blitz therapy, cost-benefit analysis.

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1	Isolamento de <i>S. agalactiae</i> e <i>S. aureus</i> , em amostra de leite das vacas, antes e após a terapia de ataque parcial	32
Tabela 2	Número de vacas com mastite clínica no período de doze meses, anteriores e posteriores à terapia de ataque parcial, rebanhos 'A' e 'B'	33
Tabela 3	Número de casos de mastite clínica no período de doze meses, anteriores e posteriores à terapia de ataque parcial, rebanhos 'A' e 'B'	33
Tabela 4	Número de vacas e de casos de mastite clínica (MC) no período de doze meses, anteriores e posteriores à terapia de ataque parcial, rebanho 'A'	33
Tabela 5	Número de vacas com mastite clínica no período de doze meses, anteriores e posteriores à terapia de ataque parcial, rebanho 'B'	34
Tabela 6	Número de casos de mastite clínica no período de doze meses, anteriores e posteriores à terapia de ataque parcial, rebanho 'B'	34
Tabela 7	Taxas médias de mastite clínica, de 12 meses, anteriores e posteriores à terapia de ataque parcial, rebanhos 'A' e 'B'	35
Tabela 8	CCS de amostras do leite total no período anterior e posterior à terapia de ataque parcial, rebanho 'B'	35
Tabela 9	Produção média diária de leite do grupo de vacas medicadas e do rebanho total no período anterior e posterior à terapia, rebanhos 'A' e 'B'	37
Tabela 10	Custo da terapia de ataque parcial	39
Tabela 11	Custo de um caso de mastite clínica	39
Tabela 12	Receita líquida e produção de leite estimada durante a vida produtiva	40
Tabela 13	Resultado de simulações dos benefícios da terapia de ataque parcial e da relação custo/benefício	42

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Contagem de células somáticas (CCS) de amostras de leite individual do grupo de vacas tratadas e do leite total, antes e após a terapia de ataque parcial, rebanho 'B'	36
Figura 2	Produção de leite (litros/vaca/dia) e CCS leite total, rebanho 'B', período janeiro de 2003 a julho 2004	38



## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Mastite Bovina	3
2.2 Aspectos Epidemiológicos da Mastite Causada por <i>S. agalactiae</i>	6
2.3 Programas de Erradicação de <i>S. agalactiae</i>	8
2.4 Justificativa Econômica para Implantação de um Programa de Erradicação de <i>S. agalactiae</i>	9
2.5 Modelos Econômicos Aplicados ao Gerenciamento da Saúde Animal	11
2.6 Modelos Básicos para Análise Econômica	12
2.6.1 Orçamentação parcial	13
2.6.2 Análise de custo-benefício	14
2.6.3 Análise de custo-eficácia	15
2.7 Fatores que Afetam as Características Produtivas	15
2.8 Modelo para Avaliar a Erradicação de <i>S. agalactiae</i>	16
2.8.1 Redução na produção de leite	17
2.8.2 Perdas devido à mastite clínica	18
2.8.3 Custo do descarte prematuro e morte das vacas	20
2.8.4 Programas de pagamento por qualidade	21
3 MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 Características e Procedimentos Adotados nos Rebanhos	23
3.1.1 Rebanho 'A'	23
3.1.2 Rebanho 'B'	24
3.2 Avaliação da Viabilidade Técnica	25
3.3 Avaliação da Viabilidade Econômica	27
3.3.1 Custo da terapia de ataque parcial	27
3.3.2 Benefícios econômicos com o tratamento	28
3.4 Análise Estatística	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1 Ocorrência de Mastite	31
4.2 Avaliação da Viabilidade Técnica	31
4.2.1 Eficácia da terapia de ataque parcial	31
4.2.2 Mastite clínica	32
4.2.3 Contagem de células somáticas	34
4.2.4 Produção de leite	36
4.3 Viabilidade Econômica	38
4.3.1 Custo da terapia de ataque parcial	38
4.3.2 Custo da mastite clínica	39
4.3.3 Perdas por morte e descarte precoce	40
4.3.4 Benefícios da terapia de ataque parcial	42

5 CONCLUSÕES	44
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
7 ANEXO	58

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, mudanças importantes têm sido implementadas nos sistemas de produção de alimentos, em especial no leite. Nos rebanhos leiteiros, a mastite é um dos maiores problemas sanitários a ser controlado. Sua presença no rebanho resulta em perdas econômicas significativas para o produtor e para a indústria laticinista, devido à redução da produção e da qualidade do leite produzido pelos animais enfermos.

O avanço no conhecimento da dinâmica das infecções resultou na proposição de métodos de controle e prevenção da mastite bovina, como o ‘programa dos cinco pontos’ que vem sendo adotado com sucesso em grande número de países. Como resultado, houve redução das infecções subclínicas e melhoria da qualidade do leite, evidenciados pela redução da contagem de células somáticas (CCS), dos resíduos de antibióticos e dos patógenos e contaminantes do leite.

O conhecimento sobre os agentes causadores de mastite pode ser extremamente importante para reduzir os prejuízos associados a estas afecções e para a definição de estratégias de controle da mastite, que resultam em melhoria considerável da qualidade do leite. Estudos comprovam que, quando presente nos rebanhos, *Streptococcus agalactiae*, juntamente com *Staphylococcus aureus*, são os principais microrganismos causadores da mastite subclínica e responsáveis pelo aumento do número de células somáticas no leite. Enquanto é praticamente impossível erradicar outros agentes de mastite, a erradicação de *S. agalactiae* é factível, por ser um patógeno encontrado quase que exclusivamente no interior da glândula mamária. A infecção por *S. agalactiae* normalmente está associada tanto ao aumento do número de bactérias totais quanto ao de células somáticas no leite.

Várias estratégias de controle e erradicação de *S. agalactiae* são conhecidas e têm sido implementadas em muitos rebanhos com sucesso. A eliminação completa deste agente pode ser atingida pelo tratamento intramamário com antibiótico. A estratégia, conhecida como ‘terapia de ataque’, se baseia no tratamento de todos os animais ao mesmo tempo. Além de erradicar o *S. agalactiae* do rebanho, esta estratégia pode também contribuir para controlar e reduzir os efeitos de outros patógenos comuns dos rebanhos, incluindo *S. aureus*.

Se adotadas medidas profiláticas adequadas, o esforço para a erradicação de *S. agalactiae* se justifica pelo fato de que os rebanhos podem se tornar ‘livres de infecção’ permanentemente, e também eliminar o risco de disseminar a infecção quando os animais são transferidos de um rebanho para outro.

A erradicação de *S. agalactiae* dos rebanhos bovinos também contribui para um melhor padrão de qualidade do leite no que se refere a CCS, a contagem total de bactérias (CTB), e que os produtores de leite atendam às exigências da Instrução Normativa 51 (BRASIL, 2002) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, habilitando-os a receber um preço melhor pelo leite vendido à indústria (pagamento por qualidade). Além disso, em conjunto com medidas sanitárias adequadas, a erradicação de *S. agalactiae* pode contribuir para que, produtores com elevada CCS, sejam forçados a sair do mercado por não serem capazes atender ao consumidor com um produto que atenda às normas mínimas de qualidade.

Para as condições do Brasil, não existem muitos estudos que estimam os retornos econômicos de estratégias de tratamento de doenças animais. A disponibilidade de informações precisas e no tempo certo é um requisito importante para que decisões na administração da saúde animal possam ser mais corretas e eficientes. Existe uma variedade de técnicas de modelagem que podem auxiliar no estudo das doenças dos animais, bem como os benefícios advindos da adoção de estratégias de tratamentos, controle e profilaxia. A seleção

da técnica mais adequada dependerá dos recursos disponíveis, do tempo e da disponibilidade de informações sobre o problema. A escolha do método e/ou modelo matemático a ser utilizado pode variar também em função das características dos fenômenos que se deseja estudar.

A erradicação de *S. agalactiae* pressupõe custos adicionais com antibióticos, mão-de-obra e descarte de leite. Pesquisas conduzidas fora do Brasil indicam que os benefícios econômicos superam os gastos realizados em razão dos animais curados retornarem a produção de leite que tinham antes de terem adquirido a infecção, da redução da taxa de mastite clínica, e do melhor preço recebido pelo leite vendido. Embora existam justificativas técnicas plausíveis, é necessário avaliar o custo e os benefícios da estratégia de erradicação, para que esta opção possa ser discutida no âmbito regional ou nacional, e assim, ser recomendada com base em informações geradas nas condições brasileiras de produção.

As pesquisas com conotação econômica em saúde animal são realizadas, principalmente, com três enfoques inter-relacionados: quantificação dos efeitos financeiros da doença animal; desenvolvimento de métodos para otimizar decisões quando os animais, individualmente, em rebanhos ou populações, são afetados; e determinação dos custos e benefícios de medidas de controle de doença.

O método de orçamentação parcial é recomendado a situações em que alguns itens que compõem as receitas e os custos se mantenham constantes, pois possibilitam a identificação dos lucros e custos que mudarão e o grau ou valor da mudança. Em pesquisas relacionadas a programas de controle de doenças, as análises de custo-benefício são adequadas porque possibilitam estimar a lucratividade de programas ao longo de um período de tempo. Ou seja, a análise custo-benefício consiste em comparar todos os custos de cada investimento com os benefícios recebidos.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a viabilidade técnica e econômica da erradicação de *S. agalactiae* baseado em terapia de ataque parcial.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Mastite Bovina

A mastite é uma enfermidade complexa que, na maioria dos casos, resulta da interação entre o animal, o meio ambiente, e os microrganismos. Constitui importante problema de saúde pública, e, sob o ponto de vista econômico, tem grande repercussão em praticamente todos os países do mundo (BRAMLEY et al., 1996).

Segundo Philpot e Nickerson (2002), mastite é a inflamação da glândula mamária, proveniente de traumas ou lesões do úbere, irritação química e principalmente infecções causadas por microrganismos, quase sempre bactérias, que invadem o úbere, multiplicam-se nos tecidos produtores de leite e liberam toxinas que são a causa imediata da agressão. A reação inflamatória, portanto, é um mecanismo de defesa para neutralizar as toxinas e eliminar o microrganismo infectante e, desta forma, auxiliar no reparo dos tecidos produtores de leite para que a glândula possa voltar à sua função normal.

Ao contrário da maioria das doenças que afetam o gado leiteiro, a mastite pode ser causada por mais de 137 diferentes microrganismos sendo, portanto, de etiologia complexa (WATTS, 1988). Oitenta por cento dos casos de mastite deve-se a causas infecciosas, particularmente de origem bacteriana, sendo os gêneros *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Corynebacterium* e algumas bactérias Gram-negativas, os mais comuns (ERSKINE et al., 1987).

As alterações patológicas no úbere são bastante variáveis e dependem principalmente dos agentes envolvidos e da resistência individual de cada animal, podendo se manifestar nas formas clínicas com evolução super-aguda, aguda e crônica e também na forma subclínica. Esta última é mais prejudicial, pois, devido à falta de sinais ou sintomas aparentes no úbere e no leite, é mais difícil de ser detectada, determinando, assim, maiores prejuízos (LANGENEGGER et al., 1981; PHILPOT; NICKERSON, 2002).

Em geral, a forma clínica da mastite, pela sua fácil identificação, é de pronto atendida pelas pessoas que trabalham com gado leiteiro, contudo, pouca importância é dada à forma subclínica da doença. Assim, é fundamental que a atenção esteja direcionada, primariamente para este tipo de infecção, pois: (i) em geral, ela precede a mastite clínica; (ii) é 15 a 40 vezes mais prevalente do que a forma clínica; (iii) reduz a produção de leite; (iv) é de difícil diagnóstico; (v) é de longa duração; (vi) interfere negativamente na composição do leite; e (vii) funciona como reservatório de microrganismos causadores de mastite (PHILPOT; NICKERSON, 1991).

Na maioria das vezes, a mastite clínica caracteriza-se por anormalidades visíveis no úbere, no leite ou em ambos, sendo que, nos casos mais severos, apresenta a sintomatologia evidente de um processo inflamatório, ou seja, dor, calor, rubor e edema. O leite secretado tem características alteradas, podendo apresentar-se aquoso, com grumos, presença de sangue ou com secreção de aspecto purulento. Quando a infecção se torna crônica, observam-se também tecidos fibrosados no interior do úbere (PHILPOT; NICKERSON, 2002).

Já a mastite subclínica caracteriza-se pela redução da produção de leite sem sintomatologia aparente, com ausência dos sinais visíveis característicos de processo inflamatório. O diagnóstico da forma subclínica pode ser realizado através de métodos indiretos como 'California Mastitis Test' (CMT), 'Contagem de Células Somáticas' (CCS), entre outros. A utilização de exames complementares em laboratórios especializados, como cultura e isolamento dos agentes etiológicos e o antibiograma, são importantes para a implantação de estratégias de controle, profilaxia e tratamento direcionado.

A secreção de uma glândula mamária sadia é livre de microrganismos. Portanto, a detecção de algum agente desta enfermidade, em uma amostra assepticamente coletada, é

indicativo de infecção. Brito et al. (1997) relataram que, apesar da grande quantidade de microrganismos isolados, a maioria das infecções tem origem bacteriana e que, em cerca de 90% dos casos, estava envolvido um reduzido número de espécies. Os agentes etiológicos da mastite bovina são classificados em contagiosos e ambientais, de acordo com o reservatório e o modo de transmissão primário (BRAMLEY et al., 1996).

A mastite contagiosa, forma mais comum da enfermidade nas condições brasileiras de criação, é provocada por agentes que necessitam do animal para sua sobrevivência e multiplicam-se no interior da glândula mamária, no canal da teta ou sobre a pele. Normalmente esses patógenos são transmitidos de uma vaca infectada para outra, ou de um quarto infectado para um sadio, principalmente durante a ordenha. Os principais agentes contagiosos são: *S. aureus*, *S. agalactiae*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Staphylococcus coagulase negativo*, *Corynebacterium bovis* (BRAMLEY; DODD, 1984; SMITH et al., 1985; WATTS, 1988). Caracterizam-se por apresentar baixa incidência de casos clínicos e alta incidência de casos subclínicos, geralmente de longa duração ou crônicos. Os rebanhos com mastite contagiosa, em geral, apresentam altas CCS no leite.

As infecções causadas por esses microrganismos, em geral, são disseminadas pelas mãos dos ordenhadores e equipamentos de ordenha, contaminados principalmente a partir do leite de animais doentes. A desinfecção das tetas após a ordenha possibilita reduzir o número de novas infecções por estes patógenos. O tratamento da vaca ao final da lactação, com antibióticos específicos para o período seco, prática conhecida como ‘terapia de vaca seca’, pode eliminar a maioria desses microrganismos (DODD, 1983).

Os agentes ambientais são oportunistas e estão presentes no ambiente em que o animal vive e no trato intestinal. A infecção da glândula mamária pode ocorrer tanto no período entre as ordenhas, quanto durante a ordenha. Esses microrganismos estão presentes em todos os rebanhos e podem ser isolados das fezes, materiais usados como cama, pele dos animais e várias outras fontes (SMITH; HOGAN, 1998). As infecções causadas por estes agentes tendem a se apresentar na forma clínica aguda e, algumas vezes, na hiperaguda, observando-se nestes casos febre, perda de apetite, desidratação e, ocasionalmente, morte do animal. Os principais representantes deste grupo são: *Enterobacter aerogenes*, *Escherichia coli*, *Klebsiella* spp., *Streptococcus uberis*, leveduras, fungos e algas (BRAMLEY; DODD, 1984; SMITH et al., 1985; WATTS, 1988).

As células somáticas, normalmente, estão presentes no leite e são constituídas, em sua grande maioria, por leucócitos e células de descamação do epitélio secretor da glândula mamária (NICKERSON, 1994). Durante a evolução da mastite, há um fluxo maior de células somáticas para a glândula mamária, promovendo a elevação do seu número no leite (BIGALKE, 1984; NICKERSON, 1994). Em um quarto infectado, aproximadamente 99% de todas as células do leite são leucócitos, enquanto que o percentual remanescente é formado por células epiteliais secretoras do tecido mamário.

Atualmente, o método mais moderno e preciso de avaliação da saúde da glândula mamária, tanto individualmente quanto do rebanho, é através da CCS por meio de equipamentos automatizados. Porém deve-se ressaltar que este método de contagem está sujeito a variações significativas. Fatores como o estágio da lactação, a idade da vaca, a estação do ano, o tamanho do rebanho, o nível de produção de leite e a presença de outras doenças podem afetar a concentração de células somáticas no leite (PHILPOT; NICKERSON, 2002). Entretanto, o fator que exerce maior influência sobre a CCS ainda é a mastite, sendo que o leite de rebanhos com a forma subclínica, dependendo do número de vacas acometidas e do grau de infecção, possui elevada CCS (PHILPOT; NICKERSON, 2002).

A prática de determinar a CCS do leite, tanto de vacas individuais quanto de amostras do leite total, tem sido utilizada em larga escala, em diversos países. Na América do Norte, o monitoramento do leite total iniciou-se na década de oitenta (DOHOO; LESLIE, 1991).

Segundo SCHUKKEN et al. (1992b), o entendimento da dinâmica da CCS do leite total é um passo importante para a melhoria da qualidade do leite e monitoramento da saúde da glândula mamária dos rebanhos. Para Reneau e Packard (1991), a CCS do leite total constitui-se em uma importante ferramenta para o controle de qualidade, podendo ser utilizada como critério determinante na formação do preço ou rejeição do leite. Recomendam esta técnica para calcular as perdas de produção devido à mastite e para estimar a prevalência de mastite no rebanho.

O limite máximo legal para CCS do leite total de rebanhos nos Estados Unidos é de  $750 \times 10^3$  células/ml, no Canadá, de  $500 \times 10^3$  células/ml, na Nova Zelândia, Austrália e Países da União Européia, de  $400 \times 10^3$  células/ml (BARBERIO et al., 1999; HILLERTON, 2001; MACNAUGHTON, 2001). Atualmente, os agentes da cadeia produtiva do leite, nos Estados Unidos e Canadá, estão discutindo a viabilidade de diminuir este limite para  $400 \times 10^3$  células/ml. Na Nova Zelândia, a meta é  $300 \times 10^3$  células/ml (SMITH; HOGAN, 1998).

Nos países em que são impostos limites legais para CCS, estes valores foram estabelecidos de maneira progressiva. Por exemplo, Dekkers et al. (1996) e Schukken et al. (1992a) informaram que, no Canadá, o programa de redução começou com limite de  $800 \times 10^3$  células/ml, e teve como meta a redução de  $50 \times 10^3$  células/ml por ano, até chegar ao limite atual de  $500 \times 10^3$  células/ml, após seis anos. Nos EUA, segundo Spomer (1998), o limite legal foi reduzido de 1.500 para 1.000, em 1986, e finalmente para 750 mil células/ml, em 1993.

Apesar dos levantamentos realizados apontarem alta incidência da mastite subclínica nos rebanhos brasileiros, com taxas variando entre 11,9% a 53,3% (BALDASSI et al., 1991; NADER FILHO et al., 1985), existem poucos estudos que avaliam a situação de CCS do leite total. Em um deles, Brito et al. (1998) pesquisaram amostras de leite total, coletadas na plataforma de recepção de uma indústria laticinista e relataram que, das 33 propriedades estudadas, nove (27,3%) apresentaram contagens acima de 500.000 células/ml e seis (18,2%) abaixo de 200.000 células/ml. Considerando todos os 33 rebanhos, em 29 (87,9%) foram isolados agentes contagiosos da mastite; em nove deles (27,3%), isolaram *S. aureus* e *S. agalactiae* e em apenas três (9,1%) *S. agalactiae*. Neste estudo, dos nove rebanhos com maior CCS no leite total, em seis isolou-se *S. agalactiae*, confirmando a associação deste patógeno à elevação das células somáticas. Recentemente, Souza (2005) relatou ter isolado *S. agalactiae* em 18 (75%) de 24 rebanhos localizados nos Estados de Minas Gerais (8) e Rio de Janeiro (16). Estes resultados evidenciam a necessidade de políticas para o controle da mastite e para melhoria da qualidade higiênica do leite nas fazendas.

Os avanços tecnológicos e de seleção genética tornaram possível obter produções de leite bem maior que a necessidade do bezerro recém-nascido. Este excesso, que é a base da indústria leiteira (SORDILLO et al., 1997), pode sofrer alterações em consequência da mastite, que causa diminuição na capacidade de síntese da glândula mamária e aumento da permeabilidade vascular. Em consequência, a enfermidade determina consideráveis prejuízos à indústria de laticínios, relacionados às mudanças que provoca na composição do leite, como a redução dos teores de cálcio, lactose, caseína e gordura, além de aumentar os níveis dos íons de sódio, cloro e de proteínas séricas (KITCHEN, 1981; SHUSTER et al., 1991).

A mastite afeta, também, a qualidade microbiológica do leite. Em geral, os microrganismos que provocam mastite podem gerar aumento na CTB. Isto é particularmente importante em rebanhos que apresentam alta prevalência da doença causada por *S. agalactiae* e *S. uberis*. Além disso, outras bactérias causadoras de mastite tais como *S. aureus* e *E. coli*, podem gerar toxinas termorresistentes, o que representa um risco considerável à saúde humana (BRAMLEY et al., 1996).

Kirk et al. (1994) afirmaram que a mastite subclínica é responsável por 10 a 11% de perda no total da capacidade produtiva por vaca por ano. Também em termos de importância

epidemiológica, esta é a mais relevante, pois é disseminada silenciosamente pelo rebanho sem que sejam percebidas alterações macroscópicas à inspeção do úbere ou de sua secreção.

Quando presente nos rebanhos, *S. agalactiae*, juntamente com *S. aureus*, são os principais microrganismos causadores da mastite subclínica e responsáveis por altas CCS. É muito difícil eliminar *S. aureus* dos rebanhos, pois são resistentes ao tratamento e estão distribuídos no ambiente, de maneira que, mesmo se submetido a tratamento eficaz, logo depois o animal pode se reinfetar. Este microrganismo continua sendo o patógeno mais prevalente devido à sua habilidade em sobreviver em muitos locais fora do úbere; por causar extensa formação de tecido fibroso na glândula infectada, o que ajuda a proteger o patógeno das drogas; e, ainda, devido à sua capacidade de desenvolver resistência a certas drogas (PHILPOT; NICKERSON, 1991).

*Streptococcus agalactiae*, por ser um agente patogênico contagioso encontrado quase que exclusivamente dentro da glândula mamária, faz com que sua erradicação seja factível e recomendável, por determinar redução da produção de leite, pela possibilidade de causar mastite clínica e por elevar a CCS. Infecções causadas por este microrganismo resultam em mastite subclínica, sendo que, em 40% dos casos podem aparecer sintomas de mastite clínica. Em geral, a CCS do leite proveniente de quartos afetados sempre excede  $1.000 \times 10^3$  células/ml, fazendo com que este patógeno seja o principal contribuinte para elevar a CCS do leite total do rebanho (PHILPOT; NICKERSON, 2002). Além disso, é alto o risco de disseminação da infecção para rebanhos livres, quando há introdução de animais a partir de um rebanho infectado.

Assim, a avaliação do mérito econômico de programas de prevenção e controle deste patógeno torna-se de grande relevância para a segura avaliação das perdas causadas pela doença e o conhecimento sobre os custos da implementação destes programas.

## **2.2 Aspectos Epidemiológicos da Mastite Causada por *S. agalactiae***

Três espécies do gênero *Streptococcus* são freqüentemente identificadas como causadoras de mastite, *S. agalactiae*, *S. dysgalactiae* e *S. uberis*, sendo a primeira a mais prevalente (BRAMLEY; DODD, 1984; FERNANDES, 1992; WATTS, 1988). Em humanos, *S. agalactiae* pode causar septicemia neonatal, sendo também descrito como componente da flora bacteriana do trato gastrointestinal e gênito-urinário (MHALU, 1976). Entretanto, uma pesquisa realizada no Estado de Nova York mostra que as cepas *S. agalactiae*, encontradas em humanos e animais, têm biótipos diferentes (ZADOKS, 2004). Em outro estudo, conduzido no Brasil, Duarte et al. (2005) compararam cepas isoladas de amostras de leite bovino e de secreções humanas e relataram diferenças nas freqüências dos genes codificadores dos fatores de virulência, reforçando a teoria de que distintas populações do *S. agalactiae* circulam entre os dois hospedeiros. Dogan et al. (2005), além de confirmarem a existência de diferentes populações deste patógeno relataram ter observado que cepas de *S. agalactiae* associadas a hospedeiro humano podem, ocasionalmente, ser transmitidas para bovinos.

Nos bovinos, a infecção por esse agente, em geral, manifesta-se sob a forma subclínica. As bactérias presentes no leite contaminado penetram no canal da teta e infectam principalmente o sistema de dutos da porção inferior do quarto afetado, podendo se disseminar e provocar danos ao tecido secretor de leite. As infecções por este agente podem obstruir os dutos, bloqueando a drenagem do leite. Em consequência, leite e bactérias se acumulam nesta área resultando na formação de tecido fibroso e redução da produção do leite (PHILPOT; NICKERSON, 2002). Se medidas adequadas de manejo e tratamento não forem empregadas logo após o aparecimento dos sintomas clínicos, a infecção pode evoluir para a forma crônica, com casos clínicos repentinos, resultando na perda parcial ou até mesmo total



da função secretora da glândula afetada. É importante salientar que infecções provocadas por esta bactéria raramente levam à doença sistêmica grave, porém a fibrose em um quarto mamário pode torná-lo improdutivo (quarto não funcional ou cego) para o resto da vida do animal.

Segundo Keefe (1997), apesar de *S. agalactiae* ser encontrado em superfícies contaminadas com leite (equipamentos de ordenha, mãos de ordenhadores e material da cama, etc.), sua habilidade de sobrevivência no meio ambiente é reduzida, tornando o úbere de animais infectados, o principal, senão o único, reservatório do microrganismo. As bactérias são eliminadas em grande quantidade através do leite de vacas infectadas. Philpot e Nickerson (2002) relataram que a CCS de um único quarto afetado pode variar de  $1 \times 10^6$  a  $10 \times 10^6$  células/ml e, ainda, em um rebanho de 100 vacas pode elevar a contagem de bactérias no tanque de resfriamento em mais de  $100 \times 10^3$  unidades formadoras de colônias por ml (ufc/ml). Esta característica possibilita a identificação de rebanhos positivos através do isolamento da bactéria em amostras do leite total do rebanho (BRITO et al., 1998).

A disseminação de *S. agalactiae* para quartos mamários não afetados e entre as vacas de um rebanho ocorre principalmente durante a ordenha. A ausência de medidas adequadas de higiene do úbere, de manutenção dos equipamentos de ordenha e de treinamento dos ordenhadores favorece a rápida disseminação do patógeno pelo rebanho (PHILPOT; NICKERSON, 2002). Outro fator que aumenta a gravidade da mastite causada por esta bactéria são as ordenhas incompletas de quartos infectados. Nesta situação, estas vacas tornam-se potenciais disseminadores dentro do rebanho.

Bartlett et al. (1992), estudando os fatores de risco para infecções intramamárias causadas por *S. agalactiae* em 27 rebanhos leiteiros, em Ohio, nos EUA, apontaram como principais fatores predisponentes à infecção: (i) a higiene deficiente das tetas e úbere; (ii) condições precárias de limpeza nas áreas de permanência dos animais; e (iii) o uso compartilhado de toalhas não descartáveis ou esponjas na limpeza das tetas pré-ordenha. No Brasil, Souza (2005) identificou os seguintes fatores de risco para presença de *S. agalactiae* no rebanho: (i) seleção de animais para tratamento a secagem ao invés de tratamento de todos os animais (OR 15,5); (ii) não utilização do serviço laboratorial para diagnóstico bacteriológico (OR 4,46); (iii) não realizar linha de ordenha (OR 4,24); (iv) uso de caneca com retorno para desinfecção das tetas (OR 3,07); (v) compra de animais para reposição de rebanho (OR 2,36); (vi) escape de leite durante a ordenha (OR 2,21); (vii) úbere desequilibrado (OR 1,47); e (viii) uso compartilhado de pano comum ou jornal para enxugar as tetas dos animais (OR 0,61).

No Brasil, as primeiras comunicações de isolamento do *S. agalactiae* como agente etiológico da mastite, ocorreram na primeira metade do século passado (LACERDA JR, 1954; REIS; SWENSSON, 1931; SOARES FILHO, 1942). Desde então, a importância econômica da mastite causada por esse agente tem sido amplamente demonstrada. Langenegger et al. (1981) identificaram os principais agentes etiológicos da mastite subclínica no Estado do Rio de Janeiro e observaram que os microrganismos isolados agem e provocam respostas diferentes no organismo animal em relação à redução da produção de leite. Verificaram também que as mastites causadas por *S. agalactiae* causaram, em média, perda de 57,7% na produção de leite nos quartos infectados.

Em estudos conduzidos no Estado de São Paulo, Baldassi et al. (1991), Langoni et al. (1984) e Nader Filho et al. (1985) relacionaram *S. agalactiae* entre os principais agentes patogênicos isolados. Relataram o isolamento deste microrganismo em 5,15%, 6,9% e 15,5% das amostras, respectivamente.

No Estado de Minas Gerais, estudos realizados em rebanhos leiteiros mostraram que a prevalência de *S. agalactiae* é alta. Brito et al. (1999) examinaram 6.315 amostras de leite originárias de 48 rebanhos localizados nas regiões Zona da Mata e Campos das Vertentes

(MG). O patógeno foi isolado em 60% dos rebanhos avaliados (29 rebanhos) sendo que, em 24 deles, a média de quartos infectados foi de 2,7%, e em 6,9% (270) das amostras.

Segundo Gonzáles (1986), o isolamento de *S. agalactiae* no leite total é uma forte evidência de que a contaminação ocorreu devido à presença de leite oriundo de vaca infectada. Segundo Keefe (1997), a quantidade deste patógeno no leite total está correlacionada com o número de quartos afetados, uma vez que este microrganismo não se multiplica nos sistemas de ordenha mecânica ou tanque de resfriamento, exceto à temperatura maior que 27° C.

Estudo conduzido por Keefe et al. (1997) no Canadá, na Ilha de Prince Edward, no período de 1992 a 1994, mostrou que, em todos os 452 rebanhos da província, a presença de *S. agalactiae* estava associada com significativas elevações na CCS e na CTB do leite total.

### **2.3 Programas de Erradicação de *S. agalactiae***

Apesar de sua prevalência ter sido reduzida em alguns países (Israel, Dinamarca, Suécia, Inglaterra e outros), *S. agalactiae* ainda é considerado um importante agente causador de mastite bovina em vários outros países (ARMENTEROS et al., 2002; BARTLETT et al., 1992; DOGAN et al., 2005; KEEFE, 1997; MERL et al., 2003; ZADOKS et al., 2004) e no Brasil (BRITO et al., 1999; LANGONI et al., 1984), ocasionando principalmente mastite subclínica, aumento da CCS do leite total e, conseqüentemente, alterações na composição e qualidade deste produto (BRITO et al., 1999).

Na década de 1980, o governo de Israel implantou um programa regional para erradicação de *S. agalactiae* dos rebanhos, onde o leite total de cada propriedade passou a ser analisado mensalmente. Se este agente fosse encontrado, o rebanho era declarado provisoriamente infectado, as vacas em lactação eram examinadas individualmente, o proprietário era notificado e recebia a visita de um inspetor ou veterinário que o orientava sobre manejo e higiene na ordenha. Realizava-se a terapia de ataque e caso a infecção persistisse, a vaca era imediatamente descartada. Este programa reduziu o número de rebanhos infectados de 28% para menos de 2% nos primeiros cinco anos (BAR-MOSHE et al., 1987).

A Dinamarca, entre os anos cinqüenta e setenta, reduziu a prevalência de *S. agalactiae* de 15% para 2%. A estratégia foi identificar as vacas portadoras, o tratamento de todos os quartos mamários associado à adequação dos procedimentos de rotina e funcionamento do equipamento de ordenha, descartando-se os animais que não respondiam ao tratamento e aplicaram-se normas de biossegurança, impedindo a introdução de animais portadores do agente no rebanho (AGGER et al., 1994).

No Reino Unido, foram adotados programas que preconizavam a higienização das tetas após-ordenha e o tratamento com antibióticos no encerramento da lactação. Com estas medidas, a prevalência foi reduzida de 6,2% para 0,6%, entre os anos de 1962 e 1982 (EDMONDSON, 1995).

Sob o aspecto sanitário, a terapia com antibióticos específicos para tratamento de vacas em lactação e com ação sobre *S. agalactiae* tem se apresentado bastante efetiva, com vários estudos informando taxas de cura acima de 90% (KEEFE, 1997; TYLER et al., 1992; WEAVER et al., 1986).

O programa de erradicação de *S. agalactiae*, baseado na terapia de ataque durante a lactação, pode ser implementado utilizando duas estratégias, que variam em função do número de animais afetados e da prevalência da infecção no rebanho. Biggs (1995) sugeriu as seguintes abordagens:

(a) Terapia de ataque total (blitz-terapia total): estratégia indicada para rebanhos com alta taxa de prevalência (acima de 60%). O esquema de tratamento consiste na aplicação de antibiótico

em todos quartos, via intramamária, de todas as vacas em produção e no momento do encerramento da lactação, utilizando formulações específicas para cada período.

(b) Terapia de ataque seletiva (blitz-terapia parcial): recomendada para rebanhos com prevalência moderada (abaixo de 60%). Requer a identificação das vacas infectadas, para que o tratamento possa ser administrado apenas aos animais portadores.

A diferença entre os dois esquemas de tratamento é o custo do leite descartado versus o custo adicional dos exames microbiológicos, mais a quantidade de medicamentos aplicados. Em ambos, deve-se levar em consideração o período de carência das drogas utilizadas para evitar a contaminação do leite do tanque com resíduos de antibióticos.

Paralelamente à terapia eleita, recomenda-se a adoção das seguintes medidas complementares: (i) desinfecção das tetas após a ordenha; (ii) tratamento de todos quartos de vacas à secagem – terapia da vaca seca; (iii) tratamento imediato de novos casos de mastite clínica com antibióticos; (iv) regulagem e manutenção periódica do equipamento de ordenha; (v) descarte de todas as vacas com mastite crônica; e (vi) exame e manutenção em quarentena de qualquer vaca que vier a ser introduzida no rebanho (BIGGS, 1995; DODD, 1983).

Em relação à eleição da base farmacológica para o tratamento, estudos confirmaram alta sensibilidade do agente a pirlimicina, eritromicina, cefalosporina e, principalmente, as penicilinas (KEEFE, 1997). Entre as penicilinas disponíveis comercialmente, a cloxacilina tem sido a droga mais freqüentemente utilizada (CUMMINS; MCCASKEY, 1987). Thomson et al. (1988) relataram a obtenção de taxas de cura dos animais tratados entre 98% e 100%, com o uso da cloxacilina. No Brasil, Cruz et al. (2004), usando suspensões intramamárias de pirlimicina e ampicilina-cloxacilina, relataram a cura de 100% dos animais tratados. Em conjunto com a terapia, foi implantado um programa de controle de mastite, também conhecido como ‘Programa de cinco pontos’.

Sumano e Ocampo (1992), em uma pesquisa sobre as principais bases farmacológicas utilizadas no tratamento da mastite, mencionaram um potente efeito sinérgico na associação da cloxacilina (200 mg) à ampicilina (75 mg), administrada por via intramamária. Langoni et al. (1991) relataram o uso desta associação em casos de mastite clínica e subclínica causadas por *S. agalactiae* e obtiveram taxas de cura microbiológica de 90,63% e 88,89%. A estimativa de cura deu-se três semanas após o término do tratamento, comprovado pela realização do CMT e cultivo bacteriológico de todas as amostras.

Erskine et al. (2002) realizaram um estudo no período de 1994 a 2000, com amostras de leite provenientes de vacas com mastite. Observaram que a proporção de *S. agalactiae* susceptível à associação sulfa-trimetropin aumentou ao longo do período de estudo ( $P < 0,01$ ). Entretanto, não identificaram alterações na sensibilidade deste patógeno ao ceftiofur (100%), cefalotina (100%), ampicilina (97,4%), penicilina (96,1%) e pirlimicina (92,9%), no decorrer do período.

#### **2.4 Justificativa Econômica para Implantação de um Programa de Erradicação de *S. agalactiae***

A literatura disponível não deixa dúvidas de que os rebanhos infectados com *S. agalactiae* apresentam redução na produção e perda da qualidade do leite (EDMONDSON, 1989; KEEFE, 1997; WILSON et al, 1997). Alguns países têm adotado a política de erradicação de *S. agalactiae* dos plantéis leiteiros como parte da estratégia para manutenção do elevado padrão de qualidade do leite, principalmente no que se refere aos valores de CCS.

Outros argumentos para erradicação deste patógeno são: (i) o rebanho pode adquirir status de ‘livre de infecção’ quase que permanentemente, exceto se houver reintrodução de animais infectados. Esta característica é única entre microrganismos que reconhecidamente causam infecções da glândula mamária da vaca leiteira; (ii) com a redução da CCS de

rebanhos, amplia-se a possibilidade de o produtor ser melhor remunerado pelo leite entregue à indústria; e (iii) evita-se a disseminação da bactéria para rebanhos livres.

Vários estudos estimaram perdas e avaliaram vantagens do tratamento das vacas durante a lactação, visando à erradicação de *S. agalactiae*. Yamagata et al. (1987) realizaram projeções utilizando curvas de lactação de vacas infectadas por *S. agalactiae* para avaliar o efeito do tratamento durante este período sobre a produção de leite. Observaram retorno econômico de US\$ 396,00 e US\$ 237,00 quando os tratamentos eram realizados no início e meio da lactação, sendo a razão custo/benefício do capital investido, 1:3 e 1:2,5, respectivamente. Quando o tratamento era realizado no final da lactação, além das despesas com medicamentos ocorria redução na receita proveniente da venda do leite. Nesse caso, o retorno foi negativo, ou seja, apurou-se prejuízo de US\$ 55,00 por vaca tratada.

Erskine e Eberhart (1990) estudaram 12 rebanhos da Pensilvânia (EUA). Com mais de 25% das vacas em lactação infectadas com *S. agalactiae*, observaram redução da CCS do leite do tanque de  $918 \times 10^3$  para  $439 \times 10^3$  células/ml, 30 dias após a blitz terapia e para  $268 \times 10^3$  células/ml após 12 meses. No mesmo período, a percentagem de quartos infectados com este microrganismo foi reduzida de 23% para 1,6%, sendo que cada rebanho produziu, em média, 512 kg de leite e 14 kg de gordura a mais por ano. A relação custo-benefício foi calculada utilizando três parâmetros: (i) cultura microbiológica de todas as vacas em lactação e tratamento das que estavam infectadas; (ii) tratamento de todas as vacas em lactação; e (iii) tratamento de todas as vacas em lactação com escore linear<sup>1</sup> de CCS maior ou igual a quatro. A relação observada foi 2,28:1; de 1,26:1; e de 2,18:1, respectivamente.

Edmondson (1995) pesquisou os benefícios econômicos da erradicação de *S. agalactiae* através da terapia de ataque em oito rebanhos no Reino Unido e estimou retorno de até 41% sobre o capital investido, considerando o aumento da produção de leite e de gordura e os prêmios pela redução da CCS.

Programas de erradicação de *S. agalactiae* também são vantajosos para o segmento industrial, em relação ao rendimento e à qualidade de derivados lácteos (POLITIS; NG-KWAI-HANG, 1988). Diversos efeitos podem ser observados na produção de derivados lácteos em consequência de alterações na composição do leite. Dentre outros, pode-se destacar: (i) redução no rendimento industrial; (ii) menor tempo de prateleira, devido à ação de enzimas que contribuem para conferir sabores estranhos ao alimento; (iii) diminuição do valor nutritivo dos alimentos; e, (iv) queda na qualidade microbiológica do produto final, resultante do aumento da contagem global de microrganismos (KITCHEN, 1981; OLIVEIRA et al., 1999).

No Brasil, poucos estudos estimam os retornos econômicos do tratamento das vacas infectadas especificamente por este microrganismo. Além da adoção de medidas baseadas em terapias estratégicas (terapia de ataque e tratamento à secagem) em associação com procedimentos de prevenção e controle da mastite possibilitaria, também, controlar e reduzir os efeitos de outros patógenos comuns dos rebanhos, incluindo *S. aureus*. O provimento de estudos desta natureza torna-se ainda mais relevante com a implantação da IN 51/2002 (BRASIL, 2002).

A seguir, serão revistos conceitos e proposição de ferramentas para realização das análises econômicas visando subsidiar as avaliações de custos e benefícios decorrentes da implantação de um programa de erradicação de *S. agalactiae*.

---

<sup>1</sup> Foi adotado como padrão pelo Programa Nacional Cooperativo de Melhoramento Genético do Gado Leiteiro (DHIA), dos Estados Unidos, a partir de 1982. O escore é obtido por transformação logarítmica em que os valores de CCS são transformados em 10 categorias de 0 a 9.

## 2.5 Modelos Econômicos Aplicados ao Gerenciamento da Saúde Animal

Os aspectos econômicos relacionados às doenças dos animais de produção têm sido tratados de maneira secundária em relação às questões técnico-científicas. A maioria dos estudos tem sido focada no controle das doenças, com a visão de que a doença é indesejável e de que deveriam ser empregados meios necessários para reduzir ou eliminá-la (McINERNEY, 1988).

Entretanto, mais recentemente, as interações da veterinária com a economia têm sido vistas como importante avanço quanto à obtenção de indicadores para a tomada de decisão, na administração de sistemas de produção, no controle de doenças e no desenvolvimento de ferramentas auxiliares para estas análises. Como em qualquer ciência, o estudo de doenças com enfoque econômico procura explicar fenômenos observados que, por sua vez, baseiam-se em teorias. As pesquisas neste campo são realizadas, principalmente, com três enfoques inter-relacionados: (i) quantificar os efeitos financeiros da doença animal; (ii) desenvolver métodos para otimizar decisões quando os animais, individualmente, em rebanhos ou populações são afetados; e (iii) determinar os custos e benefícios de medidas de controle de doenças (DIJKHUIZEN et al., 1997).

Os elementos-chave da atividade econômica são: pessoas, recursos, e produtos. São as ‘pessoas’ que querem as coisas e tomam decisões, sendo, portanto a força motivadora da atividade econômica. Os ‘recursos’ são os meios disponíveis (trabalho e recursos não humanos) para produção de bens (ou ‘produtos’), os quais, por sua vez, satisfazem as necessidades das pessoas e podem ser considerados o resultado da atividade econômica (PINDICK; RUBINFELD, 2002). Estes três componentes, juntos, fornecem a base do modelo conceitual da análise econômica.

A doença animal, neste contexto, pode ser considerada um fator que interfere no processo de transformação de recursos em produtos (McINERNEY, 1997). Em consequência, demanda a utilização de recursos extras e/ou causa menor produção (HOWE, 1988). As doenças podem também afetar outros segmentos do sistema econômico, diminuindo os benefícios para as pessoas (efeitos indiretos). Estas perdas indiretas podem ser facilmente observadas e mensuradas, por exemplo, no comércio (perdas de mercado e queda na exportação). Podem também ser obscuras e de difícil mensuração, quando, por exemplo, causam restrições ao desenvolvimento agrícola (DIJKHUIZEN et al., 1995).

Para medir o impacto econômico de uma doença, é necessário identificar seus efeitos na produtividade animal. Nesta tarefa deve-se levar em conta que os efeitos da doença: (i) nem sempre são óbvios e pronunciados; (ii) podem ser influenciados por diversos outros fatores, tais como gerência, manejo (por exemplo, nutrição e instalações), ambiente e outros; (iii) têm uma dimensão temporária que é a complexidade de avaliar suas consequências ao longo do tempo; e (iv) freqüentemente se manifestam associados a outras doenças (NGATEGIZE; KANEENE, 1985).

Em geral, as doenças interferem na eficiência com que os alimentos volumosos e concentrados (*input*) são convertidos em carne, leite, ovos, etc. (*output*), isto é, reduzem a produtividade. Os efeitos podem resultar em queda direta da produção, ou necessidade de maior quantidade de alimentos (*input*) para o mesmo nível de produção, ou ambos. Os efeitos da redução direta na produtividade podem ser facilmente visíveis (DIJKHUIZEN et al., 1995; RUSHTON et al., 1999). Podem incluir: (i) morte dos animais afetados; (ii) redução na produção, como nos casos dos animais com mastite clínica; (iii) redução no ganho de peso; (iv) redução na capacidade de trabalho, como nos casos de lesões nos pés e cascos; e (v) produção com qualidade inferior, como por exemplo, leite com alta CCS devido à mastite subclínica causada por *S. agalactiae*, etc.

Além disso, existem perdas porque a produção deixa de ocorrer (DIJKHUIZEN et al.,

1995; RUSHTON et al., 1999). Por exemplo, a redução no nível de fertilidade resulta em menor número de bezerros nascidos que, por sua vez, altera a estrutura do rebanho. Em outras situações a doença causa perdas indiretas. É o caso daqueles rebanhos com estrutura modificada que, devido a problemas reprodutivos, limitam ou dificultam a adoção de práticas que visem o melhoramento genético dos animais. As doenças podem também aumentar os custos de produção devido às despesas com tratamentos, vacinas, etc. Em algumas situações, podem também forçar a adoção de métodos de produção que, às vezes, não são os mais adequados ou mais produtivos.

O impacto das doenças, em geral, pode ser avaliado através de dois grupos ou categorias de indicadores: tradicionais ou dados de produção, e não tradicionais, mas que podem indicar a presença da doença. Os indicadores tradicionais incluem mensurações como taxas de mortalidade, produção diária de leite, etc. Como indicadores não tradicionais podem-se citar, por exemplo, o custo da assistência veterinária para controle da doença e custo de medicamentos, etc. O custo de serviço veterinário, em geral, tende a aumentar proporcionalmente com as doenças no rebanho e, deste modo, pode servir como um indicador de doença. Outros parâmetros como valores gastos na compra de medicamentos e pagamento de mão-de-obra extra ou eventual utilizados no tratamento dos animais devem ser considerados. O custo de alimentação também pode incorporar custos adicionais como, por exemplo, rações com medicamentos para controlar doenças subclínicas (RUSHTON et al., 1999).

As técnicas de modelagem podem auxiliar no estudo das doenças animais, bem como na identificação dos benefícios advindos de tratamentos. A seleção da técnica mais adequada dependerá de vários fatores, tais como: (i) a natureza do problema; (ii) os recursos disponíveis (considerando tempo, dinheiro, e ferramentas analíticas); e (iii) a disponibilidade de informações sobre o problema. A escolha do modelo a ser utilizado depende das características dos fenômenos que se deseja estudar (DIJKHUIZEN et al., 1991).

## **2.6 Modelos Básicos para Análise Econômica**

Todos os métodos e modelos econômicos utilizados para analisar qualquer empreendimento, demandam dados para sua aplicação. Ou seja, a disponibilidade de informações precisas e no tempo certo é o subsídio mais importante para que as decisões relacionadas à saúde animal sejam corretas e eficientes (BENNETT, 1992; MARSH, 1999; MORRIS, 1999). Entretanto, para alguns produtores, manter um sistema de registros e acompanhamento é uma tarefa tediosa, complexa, onerosa e demorada. Nestes casos, pode-se tentar recuperar informações por inquérito procedido com os empregados da fazenda, com empresas ou pessoas com as quais o fazendeiro negocia, ou ainda, agentes que prestam algum tipo de assistência técnica, etc.

Os controles financeiros podem ser compostos de dados sobre quantidade e preço dos insumos utilizados e dos produtos gerados (vendidos e auto-consumo) em nível de atividade, de rebanho ou individual. Os dados devem ser sistematizados de modo a disponibilizar os resultados periodicamente (por exemplo: mensalmente ou de acordo com o ciclo de produção da atividade). Os dados analisados, apesar de se referirem ao passado, podem ser importante ponto de partida para o planejamento, a curto e longo prazos. A partir das informações geradas pela análise dos dados de anos anteriores, pode-se projetar ganhos de produtividade, etc. (NORONHA, 1987).

Todo produtor (ou empresário) visa obter lucro no seu negócio. Um dos métodos mais simples e rápido a partir do qual se pode calcular a saúde financeira de um empreendimento pecuário é o fluxo de caixa. Este método é valioso porque pode servir como um teste inicial da rentabilidade da fazenda (NORONHA, 1987). Porém, omite detalhes importantes para

análises mais precisas (MARSH, 1999). A maior desvantagem desta análise é que ela trata o negócio (a atividade) como uma unidade simples e homogênea, o que pode não ocorrer na prática. Um empreendimento agropecuário, na maioria das vezes, é composto por diversos segmentos ou atividades. Na atividade leiteira, por exemplo, é necessário produzir alimentos (plantio, tratos culturais, colheita e distribuição), recriar animais, investir em máquinas e equipamentos, produção de leite, etc. No planejamento e controle é vital monitorar individualmente cada um destes empreendimentos (YAMAGUCHI et al., 2002).

A utilização de métodos e modelos matemáticos ajuda nas análises mais complicadas (HUIRNE; DIJKHUIZEN, 1997). A seguir, serão revistos alguns modelos matemáticos utilizados para avaliação econômica, como 'orçamentação parcial', 'análise de custo-benefício' e 'custo-eficácia'.

### **2.6.1 Orçamentação parcial**

Esta técnica é freqüentemente utilizada quando se deseja comparar a economicidade de duas alternativas mutuamente exclusivas. É indicada quando se pretende fazer uma avaliação econômica como, por exemplo, a comparação de duas medidas de controle de uma doença, em uma propriedade (DIJKHUIZEN et al., 1995; MARSH, 1999; MORRIS, 1999).

Outro exemplo de aplicação é quando se necessita comparar um programa de saúde de rebanho (alternativa A) versus outro programa (alternativa B). Considerando-se que a alternativa A represente a situação atual, e a alternativa B a situação proposta, é possível, através da utilização do método de orçamentação parcial, inferir sobre a viabilidade econômica de trocar à alternativa A pela B. O que se pretende saber é se existem ganhos líquidos positivos com a adoção do programa proposto.

A passagem da situação A para B pode gerar benefícios (ganhos) e despesas (custos). Os ganhos, proporcionados pela mudança, podem ocorrer mediante aumento de receitas e redução de despesas. As perdas, por sua vez, podem ocorrer mediante redução de receitas e aumento de custos (DIJKHUIZEN et al., 1995).

Em termos de resultado, a alternativa B é preferível à alternativa A quando os ganhos (benefícios) decorrentes da mudança superam as perdas (custos), ou seja, quando houver ganho líquido positivo. Na igualdade entre ganhos e perdas, têm-se o ponto de nivelamento (também conhecido como ponto de equilíbrio), e uma conseqüente situação de indiferença entre as duas alternativas. A identificação quantitativa do ponto de equilíbrio e a sua respectiva sensibilidade às variações dos parâmetros considerados em seu cálculo, correspondem a uma importante informação auxiliar ao processo de tomada de decisão. Se pequenas alterações nos parâmetros utilizados no cálculo proporcionarem grandes alterações no ponto de equilíbrio, a mudança tecnológica é de maior impacto, caso contrário, sua adoção é de baixo impacto econômico (MORRIS, 1999).

Em alguns modelos, às vezes não é possível identificar claramente os custos e as receitas associadas com a mudança tecnológica proposta. No entanto, muitas decisões podem ser aceitas ou rejeitadas baseadas neste princípio, associado a outros critérios. Além disso, deve-se estar atento e avaliar se a medida proposta é adequada à estratégia empregada no empreendimento. O método orçamento parcial não é menos preciso, ou demanda menos detalhes que um orçamento global (MARSH, 1999). A diferença entre os dois métodos é o impacto da mudança proposta na organização de fazenda. Se a mudança proposta afetar o empreendimento inteiro (ou até mesmo o negócio da propriedade como um todo), será necessário fazer um orçamento do empreendimento total. O método de orçamentação parcial é apropriado nas situações em que alguns itens que compõem as receitas e os custos permanecem constantes; ele identifica esses lucros e custos que mudarão e o grau ou valor da mudança (MORRIS, 1999; NORONHA, 1987).

## 2.6.2 Análise de custo-benefício

As análises que medem custos e benefícios são indicadas quando o assunto da pesquisa estiver relacionado a programas de controle de doenças com resultados a médio e longo prazo (vários períodos ou anos), de abrangência regional ou nacional (DIJKHUIZEN et al., 1995; MORRIS, 1999). Através destas análises, é possível determinar a lucratividade de programas ao longo de um período de tempo, ou seja, consiste em comparar todos os custos de cada investimento com os benefícios recebidos. Um investimento pode ser considerado recomendado se: (a) os benefícios forem maiores que os custos; ou (b) a relação benefícios / custos for maior que um (1).

Quando os efeitos de um programa forem estimados em termos físicos, como uma redução na produção por causa de uma doença, estes efeitos devem ser traduzidos em termos econômicos. Se os custos ou benefícios ocorrerem em tempos diferentes, é importante que estes valores de custos e benefícios sejam ‘ajustados’ antes de serem comparados (DIJKHUIZEN et al., 1995; MARSH, 1999).

O entendimento de alguns conceitos da teoria das decisões em investimentos pode facilitar a compreensão desta metodologia:

**Valor Presente Líquido (VPL):** Entre as alternativas mais consistentes para análise de investimentos, tem-se como o dado mais robusto o valor presente líquido ou valor atual. Este método estima o valor de hoje, de um fluxo de caixa, usando para isso uma taxa de atratividade do capital. O VPL é compreendido como a quantia equivalente, na data zero, de um fluxo financeiro, descontando-se a taxa de juros determinada pelo mercado (MARSH, 1999). A atividade é desejável se o VPL for superior ao valor do investimento pagando-se a taxa de juros determinada para o uso alternativo daquele dinheiro. Logo, devem-se trazer os valores de cada período de tempo para o valor presente: dos investimentos, dos custos, das receitas, através dos modelos de fórmulas a seguir apresentadas. Inicialmente tem-se o modelo geral:

$$VPL = \sum_{n=0}^t \frac{Rn - Cn}{(1 + i)^n} = 0 \quad (1)$$

Onde:  $Rn$  = receitas;  $Cn$  = custos operacionais;  $t$  = tempo; e  $i$  = taxa de desconto.

A taxa de juros utilizada na análise benefício/custo é também chamada de ‘Taxa de Interesse’ ou ‘Taxa de Desconto’, uma vez que os valores futuros ao serem ajustados tornam-se menores que os atuais. Isto é, os valores são ajustados para o início da linha de tempo utilizada. Por exemplo, programas com elevada taxa de desconto, alto valor inicial e baixo nível de benefício poderiam ser penalizados injustamente, se não fosse feito este ajuste. Convencionalmente, a taxa de desconto não leva em conta a inflação dos preços (HUIRNE; DIJKHUIZEN, 1997).

Valor Presente Líquido pode ser um indicador útil para medir a escala do projeto, ou seja, a ordem de grandeza dos recursos envolvidos no investimento global necessário para a implementação do projeto. Normalmente a grandeza colocada no ponto zero corresponde ao investimento inicial e tem sinal negativo, uma vez que representa uma saída de caixa. Segundo Contador (1997), este indicador adota um critério mais rigoroso e isento de falhas técnicas.

**Relação Benefício-Custo (Relação B/C):** Relaciona os benefícios aos custos, transformando-se num indicador de eficiência econômico-financeira por sugerir o retorno dos investimentos a partir da relação entre a receita total e as despesas efetuadas para viabilizá-la. Esta relação



(B/C) indica quantas unidades de capital recebidas como benefício são obtidas para cada unidade de capital investido (MARSH, 1999). Quando esse índice for maior do que 1 (um), ele indica que o produtor tem ganhos e pode efetuar a aplicação dos recursos. E ele teria prejuízos, na situação em que o índice fosse inferior à unidade. Entretanto, este indicador apresenta algumas limitações, dentre as quais se destaca a insensibilidade à escala e à duração do projeto. Como não fornece nenhuma indicação do tamanho do investimento, deve-se ter cautela quando for utilizado na comparação de projetos alternativos (CONTADOR, 1997).

Taxa interna de retorno (TIR): A TIR corresponde à taxa de lucratividade esperada dos projetos de investimento. Entende-se por taxa mínima de atratividade do capital aquela remuneração média que está sendo praticada na economia para cada unidade monetária nela aplicada, acrescentando-se um ganho adicional que deve acompanhar a capacidade e o risco empresarial. A regra de decisão indica que somente se terá viabilidade no investimento se a TIR for maior que a taxa de juros no mercado financeiro. A escolha de um investimento deve, necessariamente, recair sobre aquele que tiver a maior TIR. Quanto maior for a TIR, mais desejável é o investimento (MARSH, 1999). Entretanto, esta metodologia apresenta algumas limitações, dentre as quais se destaca a insensibilidade à escala e à duração do projeto. Como não fornece nenhuma indicação do tamanho do investimento, deve-se ter cautela quando for utilizá-la na comparação de projetos alternativos (CONTADOR, 1997).

### **2.6.3 Análise de custo-eficácia**

Uma variante do método custo-benefício é análise de custo-eficácia, que pode ser utilizada quando os benefícios previstos forem excessivamente difíceis de serem quantificados. Nestes casos, considera-se como benefício a relação entre os resultados alcançados e os desejados (HUIRNE; DIJKHUIZEN, 1997; NGATEGIZE; KANEENE, 1985). Por exemplo, um programa da extensão pode ser avaliado através do número de produtores que adotarem uma nova tecnologia. A preferência é dada ao programa que, com o mesmo custo, beneficie o maior número de pessoas na população-alvo. Entretanto, alguns benefícios podem ser difíceis de quantificar como, por exemplo, a satisfação de ter um rebanho saudável, de reduzir riscos de sofrimento do animal e da saúde humana, e de minimizar os danos ambientais causados pelo uso dos produtos químicos utilizados no combate a pragas. Embora não seja possível incluir todos os efeitos em uma comparação econômica, é importante que sejam considerados pelos tomadores de decisões.

## **2.7 Fatores que Afetam as Características Produtivas**

Schepers e Dijkhuizen (1991), em trabalho de revisão, observaram que as estimativas dos efeitos da mastite no desempenho produtivo das vacas leiteiras mostraram grande variação entre estudos. Isso pode ser atribuído às diferenças nas populações estudadas, aos indicadores de mastite e métodos estatísticos utilizados (HORTET et al., 1999; LESCOURRET; COULON, 1994).

É amplamente reconhecido que a produção animal depende tanto de fatores de meio quanto da carga genética do animal. Segundo Pimpão et al. (1997), para avaliar, com segurança, o aumento da produção e produtividade, deve-se conhecer os efeitos de meio ambiente que podem influenciar o desempenho dos animais produtores de leite. Para Teixeira et al. (2003), é importante que estes efeitos sejam identificados e sejam realizados os ajustamentos para os fatores de ambiente responsáveis pela sua variação. Portanto, os modelos para ajustar a produção de leite devem considerar variáveis como: (i) influência do rebanho; (ii) estágio da lactação, representado pelo número de dias em lactação; (iii) ordem de lactação, ou idade da vaca; (iv) frequência de ordenhas; e (v) época (mês e ano) do parto.

O efeito de rebanho sobre a produção de leite é esperado e pode ser explicado pela diferença genética entre os animais de diferentes rebanhos. No Brasil, vários autores (DURÃES et al., 2001; FREITAS et al., 1997; RIBAS et al., 1996b; TEIXEIRA et al., 1997) estudaram o efeito de rebanho sobre a produção de leite de vacas da raça Holandesa e mestiças, ou o incluíram em seus modelos para explicar a produção de leite. Em todos os estudos foi relatado efeito significativo desta variável.

Em relação ao efeito estágio da lactação, há consenso entre os autores (OLORI et al., 1999; REKAYA et al., 2001), que a produção de leite na primeira fase de lactação é mais importante, por apresentar maior contribuição para a produção total de leite no período. Em consequência, a contribuição dos últimos meses é bem menor que, de certa forma, está relacionada com a persistência, que tende a diminuir com a idade (COSTA et al., 1982).

A ordem de lactação, ou idade da vaca, também influencia significativamente as produções mensais e totais de leite (FREITAS et al., 2001; MOTA et al., 1996; REKAYA et al., 2001; RIBAS et al., 1996a,b). Segundo Gabriel et al. (1998), o aumento da produção de leite, devido à idade da vaca, ocorre por causa do desenvolvimento e crescimento do sistema mamário até o primeiro período seco. O animal adulto possui capacidade digestiva, circulatória e respiratória bem desenvolvida, proporcionando-lhe um melhor desempenho.

A frequência de ordenha é outra importante fonte de variação. Estudos conduzidos por Pimpão et al. (1997) e Reis et al. (1983) relataram superioridade do sistema de três ordenhas sobre o de duas ordenhas, tanto na produção de leite quanto de gordura.

A produção de leite também pode ser influenciada, direta ou indiretamente, pela época do parto, por causa de diferenças climáticas entre as estações do ano (DURÃES et al., 2001). O efeito será tanto mais evidente quanto maior for a dependência de pastagens. Em animais confinados, desde que a qualidade e a quantidade dos alimentos sejam mantidas, a temperatura é o principal fator que interfere na produção de leite, pois ela afeta o apetite, sobretudo nos primeiros meses de lactação (COSTA et al., 1982). No Brasil, diversos estudos relataram a época do parto como um fator que influencia a produção de leite de vacas da raça Holandesa e mestiças (COSTA et al., 1982; GABRIEL et al., 1998; MOTA et al., 1996; RIBAS et al., 1996b).

## **2.8 Modelo para Avaliar a Erradicação de *S. agalactiae***

A erradicação de *S. agalactiae* pressupõe custos adicionais com exames laboratoriais, medicamentos, mão-de-obra e descarte do leite, entre outros. Resultados de pesquisas indicam que os benefícios econômicos superam os gastos principalmente decorrentes da redução da taxa de mastite clínica, aumento da produção e melhor preço recebido pelo leite (DEGRAVES; FETROW, 1993; EDMONDSON, 1995; ERSKINE; EBERHART, 1990).

Para proceder à avaliação econômica do programa de erradicação devem ser computados eventuais custos e perdas envolvidas em cada etapa do processo, bem como ganhos decorrentes da adoção das medidas propostas. De acordo com Schepers e Dijkhuizen (1991) a decisão sobre os fatores a serem incluídos no modelo dependerá do objetivo do estudo e, particularmente, da aplicação ou utilização dos resultados obtidos. Nas situações onde os dados necessários não estejam disponíveis, Beck (1992) sugere a utilização de dados e informações coletadas na literatura ou índices obtidos em outros experimentos.

Segundo Fetrow et al. (2000), o impacto relativo aos custos de tratamento da mastite não são os mesmos para todos os rebanhos, além de variar com o passar do tempo dentro de um mesmo rebanho. Estes autores citam os seguintes fatores como os mais relevantes: (i) preço do leite; (ii) custo dos alimentos; (iii) programa de prêmios ou penalidades devido a CCS; (iv) custos de reposição dos animais descartados; (v) custos de medicamentos; e (vi) grau de envolvimento veterinário, etc. No entanto, os autores alertam que, devido ao caráter

multifatorial da doença, algumas variáveis são de difícil mensuração ou fazem parte de outras ações de manejo da propriedade, como por exemplo: (i) o material utilizado na cama do “free-stall” que interfere na disseminação da bactéria no rebanho, mas proporciona conforto aos animais; (ii) manutenção do ambiente limpo, seco e arejado; e (iii) eficiência no tempo da ordenha, etc.

Apesar das dificuldades apontadas, além dos custos adicionais com o tratamento, podem-se identificar os seguintes itens, na elaboração de um modelo matemático: (i) redução na produção; (ii) perdas devido a mastite clínica; (iii) descarte ou morte prematura, e, (iv) bonificação ou penalidade em decorrência dos programas de pagamento por qualidade, além das perdas na indústria laticinista (BLOSSER, 1979; ERSKINE; EBERHART, 1990; GILL et al. 1990; GOODGER; FERGUSON, 1987).

### **2.8.1. Redução na produção de leite**

A redução quantitativa da produção de leite, decorrente da mastite subclínica, dependerá da conjugação de fatores ligados ao agente etiológico, da resposta imunológica do animal, da evolução e duração da infecção e da propagação da mastite no rebanho (LANGENEGGER et al., 1981). Em relação a isto e considerando as diferenças na patogenicidade desses agentes, Hortet e Seegers (1998) relataram não haver trabalhos mostrando diferenças significativas nas perdas de produção em função do patógeno envolvido.

Contudo, Nicolau et al. (1992), em estudo realizado em cinco rebanhos produtores de leite B, no Estado de São Paulo, verificaram uma redução de 31% na produção dos quartos infectados por *Staphylococcus* coagulase positiva, enquanto por *Staphylococcus* coagulase negativa esta foi de 11%. Langenegger et al. (1981) comprovaram que as infecções por *Streptococcus* spp. reduziram, em média, 42,9% da produção, ao passo que por *S. aureus* e *S. epidermidis* foi de 27,4%. Dentre os *Streptococcus*, as infecções por *S. agalactiae* causaram redução na produção de 57,7%, seguido por *S. dysgalactiae* 32,9% e *S. uberis* 22,6%.

Quanto à mastite subclínica detectada através do CMT, Graaf e Dwinger (1996), em estudo realizado na Costa Rica, estimaram uma perda diária de 1,56 kg de leite por animal, como também uma perda média de produção por quarto em torno de 17,6%, não detectando diferenças entre os animais primíparas e múltiparas. No Brasil, estudos conduzidos por Brant e Figueiredo (1994) relataram perdas crescentes, contudo não significativas, conforme aumentava a reação positiva do CMT.

Blosser (1979) cita a importância da utilização da CCS para quantificar as perdas de produção entre vacas, ou mesmo, entre os quartos mamários e relata, além deste tipo de comparação, a redução estimada a partir da CCS. Posteriormente, outros autores comprovam esta associação (BARTLETT et al., 1990; GILL et al., 1990; KENNEDY et al.; 1982; KIRK, 1984; LANGENEGGER et al., 1981; MILLER et al., 1993). Hortet et al. (1999) citam que, mesmo em baixos níveis de CCS, ocorreu redução na produção, e Raubertas e Shook (1982) relataram perdas mesmo com CCS entre 100 e 200 mil células/ml.

Hortet et al. (1999) citaram ainda que, para um dado nível de CCS, a redução na produção aumentou com o número de parições, ou com o estágio da lactação. Segundo Bartlett et al. (1990) e Reneau (1986), isto ocorre em consequência do agravamento na saúde do úbere em vacas múltiparas e/ou no final da lactação, pela maior possibilidade de infecção e danos permanentes à glândula.

Em uma pesquisa conduzida por Lucey e Rowlands (1984), vacas múltiparas foram agrupadas segundo o nível de produção na lactação anterior. Observaram que vacas com produção média de 2.000 kg (ajustada para 305 dias) na lactação anterior reduziram sua produção em 250 kg de leite, ou 7,7%, devido à mastite clínica. Vacas com produção média

de 4.450 e 7.000 kg reduziram a produção em 540 e 860 kg, ou 11,2% e 13,3%, respectivamente. Esses resultados sugerem que as maiores perdas de produção de leite devido à mastite subclínica podem estar associadas aos animais com maior produção (HORTET; SEEGERS, 1998).

Jones et al. (1984) estudaram a relação entre CCS e a produção de leite durante a primeira e as demais lactações e verificaram correlação negativa, ou seja, à medida que o número de células somáticas aumentava, diminuía a produção de leite, tanto diariamente como no período de 305 dias. Os autores utilizaram dados de controle leiteiro de 34 rebanhos localizados na Virginia (EUA) e, para eliminar a influência de fatores não-genéticos sobre as características estudadas, utilizaram o método dos quadrados mínimos por meio do procedimento Modelo Linear Generalizado (GLM).

Contudo, Coldebella et al. (2003), utilizando dados de uma fazenda localizada no Estado de São Paulo, verificaram que as perdas de produção de leite associada ao aumento da CCS são absolutas, isto é, independem da produção de leite e variam apenas com a ordem de lactação (vacas primíparas ou múltíparas). Afirmam que as perdas começam a ocorrer a partir de 14.270 células/ml e são de 184 e 869 g/dia para vacas primíparas e múltíparas, respectivamente, para cada aumento unitário na escala do logaritmo natural a partir deste valor. Neste estudo, a curva de lactação foi modelada pela função gama incompleta e os efeitos de ordem de lactação, época do parto, ocorrência de doenças no periparto e escore de condição corporal ao parto também foram considerados. A contagem de células somáticas foi incluída nesse modelo como fator multiplicativo, representando perdas relativas e como fator aditivo, representando perdas absolutas.

Uma pesquisa realizada na Virginia, nos Estados Unidos, na qual se comparou a produção diária de leite de vacas com baixa CCS com a de vacas apresentando CCS igual ou maior que  $400 \times 10^3$  células/ml, mostrou que existe relação entre CCS do leite total, porcentagem de quartos infectados num rebanho e porcentagem de perdas na produção (EBERHART et al., 1982). Houve redução na produção de 6%, 18% e 29% com CCS do tanque de leite na ordem de  $500 \times 10^3$ ,  $1.000 \times 10^3$ ,  $1.500 \times 10^3$  células/ml, respectivamente. Este estudo, apesar de ter sido realizado há vários anos, ainda é considerado referência para estimar a perda de produção de leite ou percentual de quartos infectados, em nível de rebanho, a partir da CCS do leite total (BRAMLEY et al., 1996; PHILPOT; NICKERSON, 1991, 2002).

É importante mencionar que a maioria dos estudos que avaliam o efeito da mastite subclínica na produção de leite dependem de dados obtidos através de controles mensais realizados por associações de produtores ou sistemas semelhantes para medir a produção de leite. Através desta forma de coleta de dados, é difícil detectar quedas abruptas na produção, uma vez que esta pode ocorrer entre os controles. Outra limitação desta fonte de dados é quando o dia da coleta coincide com um evento de mastite clínica sendo o leite classificado como anormal e os dados desconsiderados no cálculo de rendimento lactacional.

### **2.8.2 Perdas devido à mastite clínica**

A prevalência de casos de mastite clínica pode variar de forma mais intensa entre os rebanhos do que a de mastite subclínica. Em trabalho de revisão, Hortet e Seegers (1998), encontraram grande discrepância entre os valores estimados de perda de produção de leite devido a mastite clínica. Informações relativas a 24 rebanhos com esta forma da enfermidade indicaram perdas entre 7% a 64%. Os casos de mastite eram caracterizados pelos sinais clínicos da doença e todos os rebanhos estudados tinham pelo menos 250 lactações. A média ponderada de casos de mastite clínica informada foi de aproximadamente 19%. Entretanto, existem relatos na literatura sobre a existência de rebanhos onde a taxa de incidência excede a

100%, isto é, durante uma lactação a vaca tem mais de um caso (FETROW et al., 2000).

Em outro estudo, Hoblet et al. (1991), em nove rebanhos com média de 149 vacas cada, CCS do tanque inferior a 300.000 células/ml e mais de 80% dos animais com escore linear de CCS abaixo de quatro, observaram que a taxa de incidência de casos clínicos variou de 16 a 64% ao ano. Estes resultados sugerem que, mesmo aqueles rebanhos com efetivo controle da mastite subclínica, ainda estão sujeitos a perdas econômicas resultantes desta enfermidade e que as taxas de incidência da forma clínica variam intensamente entre os rebanhos.

O custo de casos de mastite clínica mostra variação entre os diversos estudos, entretanto deve-se sempre incluir os seguintes itens: (i) perda direta na produção de leite a curto prazo; (ii) redução na produção de leite a longo prazo; (iii) descarte de leite devido a tratamento e carência das drogas utilizadas; e (iv) custo da terapia, incluindo serviços veterinários e de mão-de-obra adicional (DEGRAVES; FETROW, 1993; HOBLET; MILLER, 1991; LIGHTNER et al., 1988).

Além destes, ainda existem custos indiretos como: (i) instalações para vacas doentes; (ii) diagnóstico das vacas afetadas; (iii) treinamento de empregados; (iv) alterações na rotina da sala de ordenha; e (v) desvio da atenção de administração de outras áreas operacionais da atividade leiteira. O risco de aborto aumenta após casos de mastite clínica, particularmente nos casos ocorridos no início da lactação (RISCO et al., 1999). Existe ainda o risco associado à mastite clínica, de que o leite de uma vaca tratada seja acrescentado inadvertidamente ao tanque de refrigeração, resultando em perda total do leite.

As perdas estimadas em dólar devido à mastite clínica variam entre os pesquisadores: Kaneene e Hurd (1990), Hoblet et al. (1991), Weigler et al. (1990) e Costa et al. (1999) relataram perdas de US\$ 36,00 US\$ 40,00 US\$ 50,00 e US\$ 317,00 por vaca/ano, respectivamente. Morse et al. (1987) informaram perdas que variam entre US\$ 30,00 e US\$ 234,00 por caso. No entanto, para DeGraves e Fetrow (1993), as perdas por caso foram de US\$ 107,00. É relevante lembrar que parte das variações entre estas estimativas deve ser atribuída à metodologia utilizada (SCHEPERS; DIJKHUIZEN, 1991). Cada estudo apresenta diferente conjunto de variáveis. Em nenhum deles foram incluídos todos os itens comentados anteriormente. Considerando estes estudos, estima-se que o custo por caso de mastite clínica esteja em torno de US\$ 120,00 incluindo, neste valor, a perda de produção e descarte de leite, tratamentos e custo de descarte e morte. Em geral, os maiores custos são relativos à perda de produção e ao leite descartado devido ao tratamento com antibióticos, embora em algumas situações a perda mais considerável seja devido à morte ou descarte prematuro do animal.

A perda de produção de leite devido à mastite clínica é variável e depende de vários fatores. De acordo com Bartlett et al. (1991), a redução na produção de leite devido à mastite clínica pode ser dividida em duas fases distintas: na primeira, considerada fase aguda, ocorre rápido declínio de produção logo após o aparecimento dos sintomas, seguido de rápida recuperação e dura em torno de seis dias. A queda na produção é de aproximadamente 30%, durante este período. Após a fase aguda, tem início outra fase com duração aproximada de 60 dias, na qual a produção ainda é abaixo do normal, podendo persistir até o final da lactação (BARTLETT et al., 1991; HORTET; SEEGERS, 1998; LESCOURRET; COULON, 1994). Hortet e Seegers (1998) relataram que as perdas variam de 0% a 9,5% da lactação.

Lescourret e Coulon (1994) relataram que a ocorrência de mastite clínica durante as primeiras cinco semanas de lactação causou queda aproximada na lactação de 1,45 vezes maior do que quando ocorreu após este período. O estágio da lactação na qual ocorreram os casos clínicos também afetou a intensidade dos prejuízos pois, no início da lactação, o impacto é mais marcante no cômputo da lactação total do que os casos que acontecem na fase final. Esta redução é muitas vezes confundida com o período de descarte do leite devido ao tratamento. Em outro estudo, o período de descarte de resíduo durou em média 6,6 dias

(MORSE et al., 1987). No estudo de Bartlett et al. (1991), após a fase aguda, teve início outra fase com duração aproximada de 60 dias, na qual a produção ainda foi abaixo do normal e podendo persistir até o final da lactação.

O efeito da mastite clínica na produção de leite é mais acentuado em vacas multíparas com perdas duas vezes maiores que as primíparas (BARTLETT et al., 1991, MORSE et al., 1987).

Os efeitos da mastite sobre a lactação seguinte, em geral, são menores que na lactação atual. Estudo realizado na região Sudeste dos Estados Unidos, utilizando dados da DHIA, estimou os efeitos negativos da mastite na lactação seguinte como sendo aproximadamente 20% a 30% das perdas ocorridas em relação à lactação atual (FETROW, et al., 1991). Em estudo anterior, o efeito parecia ser em torno de 50%, mas os resultados não foram estatisticamente significativos (RAUBERTAS; SHOOK, 1982). No entanto, Houben et al. (1993), em um estudo realizado na Holanda, relataram que um ou dois casos de mastite clínica durante uma lactação não aparentaram afetar a produção na lactação subsequente, porém três ou mais casos reduziram a produção em lactações subsequentes em aproximadamente 6%.

### **2.8.3 Custo do descarte prematuro e morte das vacas**

Decisões sobre o descarte de vacas, em fazendas produtoras de leite, é uma tarefa complexa, envolvendo a necessidade de avaliação do valor atual do animal a ser descartado e os custos do animal de reposição. De maneira geral, o custo total do descarte de uma vaca deve refletir as perdas decorrentes da saída do animal descartado e os custos de sua reposição. Estas informações são úteis ao decidir sobre selecionar uma vaca com alta CCS e reduzida produção devido à mastite ou qualquer outra razão. Entretanto, no caso das mastites contagiosas, os benefícios indiretos do descarte como a retirada de uma fonte de infecção (por exemplo, *S. agalactiae*) não podem ser normalmente quantificados nestes cálculos (FETROW et al., 2000).

De acordo com Santos (2003), os cálculos inerentes ao descarte não podem ser considerados de forma simplista como sendo a diferença entre o valor apurado com a venda do animal descartado (por exemplo, R\$ 650,00 para uma vaca vendida para corte) e o valor do animal de reposição (por exemplo, R\$ 1.800,00 para uma vaca de primeira cria), que resultaria no valor final de R\$ 1.150,00. O valor do animal descartado deve ser, pelo menos parcialmente, depreciado ao longo do tempo de permanência no rebanho. O mesmo raciocínio deve ser feito para o animal de reposição que esteja sendo introduzido no rebanho. Seu custo deve ser depreciado em função do tempo de vida produtiva a partir do momento da sua entrada no rebanho.

Entretanto, o descarte em função de mastite nem sempre é tão evidente e pode ser confundido com outras causas devido à dificuldade de classificar de forma consistente as causas do descarte. Para exemplificar, considere-se a situação de uma vaca vazia, com enfermidades podais, baixa produção e que apresentou casos de mastite clínica periodicamente. Nesta situação, dificilmente pode-se definir com precisão a causa do descarte desta vaca (FETROW et al., 2000).

Independente da dificuldade para definir a causa do descarte em algumas situações, a mastite clínica é considerada uma importante e significativa causa de descarte de vacas leiteiras. Fetrow et al. (2000) relataram que as taxas totais de descarte em rebanhos comerciais americanos podem atingir até 35% em grande parte das fazendas. Estudos sobre descarte em outras regiões apresentaram taxas anuais de 20% no Canadá (DOHOO et al., 1983) e Dinamarca (THYSEN, 1988) e 35% (LEHENBAUER; OLTJEN, 1998).

A mastite representou aproximadamente 15% do descarte total, variando entre 8% (BEAUDEAU et al., 1993) e 22% (FETROW et al., 1988). Entretanto esta participação percentual sobre o descarte total pode estar subestimada, pois muitos casos de redução na produção associados à mastite subclínica não são considerados, ficando mais evidente apenas os casos clínicos e aqueles por perda dos animais (KIRK; BARTLETT, 1988).

Apesar de ser difícil mensurar o efeito da CCS sobre a taxa de descarte, de forma geral, vacas com mastite subclínica apresentarão redução na produção de leite, o que resulta em aumento do risco de descarte destes animais. Por outro lado, Kirk e Bartlett (1988) relataram que vacas com mastite clínica apresentaram taxas de descarte significativamente maiores.

Santos (2003) ressalta que a estratégia de descarte pode não apresentar bons resultados se as causas da ocorrência de novos casos de mastite não estiverem sendo controladas. Segundo Houben et al. (1994), é mais econômico optar pelo tratamento do que descartar o animal, com exceção das vacas com mastite crônica e recorrência de casos clínicos.

## **2.8.4 Programas de pagamento por qualidade**

No Brasil, o ano de 2005 foi marcado por muitas discussões a respeito da nova norma que trata da regulamentação da produção, identidade e qualidade do leite (BRASIL, 2002) e pelo pagamento por qualidade, com estas questões sendo abordadas em diversos eventos. Ao mesmo tempo, as indústrias de laticínios iniciaram a divulgação de programas de pagamento por qualidade, com premiação para os produtores que atenderem às exigências de qualidade e fornecerem leite com maiores teores de proteína e gordura (MILKPOINT, 2005a, c).

A estratégia, ainda em estágio inicial no mercado brasileiro, está sendo impulsionada pela ampliação das exportações de leite e derivados e busca aumentar a competitividade no mercado externo. Para atuar de modo competitivo, a cadeia láctea nacional necessita elevar a produtividade da matéria-prima quando processada. Portanto, há uma pressão em favor da melhoria da qualidade da matéria-prima, no ambiente nacional e internacional. Há também pressões das instituições formais, representadas por legislações nacionais e pelas normas vigentes nos países industrializados (MARTINS, 2004).

A maioria dos países que já adotam o sistema de pagamento do leite pela composição, em geral, iniciaram pelo teor de gordura. No entanto, este parâmetro tem sido substituído pelos sólidos totais, devido a mudanças no destino desta matéria prima (30% da produção mundial de leite é destinada à produção de queijo e 15% transformada em leite em pó) e também porque produtos com alto teor de gordura têm sofrido redução na demanda. Países como Dinamarca, Holanda, Alemanha e Canadá já remuneram o leite, há vários anos, de acordo com os sólidos totais (IBARRA, 2004). A mesma importância foi considerada em relação à qualidade higiênica do leite na determinação do preço pago aos produtores. As exigências, neste aspecto, são cada vez maiores, já que a boa qualidade do leite sob o aspecto bacteriológico é essencial para obtenção de produtos de qualidade.

Para uma visão detalhada sobre tipos de programas de pagamento de qualidade adotados em outros países, sugere-se a leitura de Fonseca e Carvalho (2004) e Ibarra (2004). No Brasil, a prática de bonificar os produtores pelo fornecimento de leite com maior teor de sólidos totais (ST) e baixa CCS faz parte da realidade da cadeia produtiva do Rio Grande do Sul há mais tempo do que no centro do país (MILKPOINT, 2005b). Em 2002, no Paraná, formou-se um Conselho Paritário entre os segmentos de produção e indústria, com o objetivo de acompanhar o mercado de leite e o custo de produção, visando maior transparência na relação entre estes agentes e estabelecer referências concretas para o preço do leite. Neste Conselho, a qualidade do leite é avaliada por dois conjuntos de variáveis: (a) parâmetros que determinam o descarte do leite como crioscopia, estabilidade ao alizarol, resíduos de

antibióticos e exames de brucelose e tuberculose; e (b) parâmetros que levam a um sistema de ágios e deságios no preço base recebido pelo produtor como teores de proteína, gordura e sólidos não gordurosos, redutase, CCS, volume e temperatura do leite (CANZIANI; GUIMARÃES, 2003).

Mais recentemente, a DPA<sup>2</sup> passou a adotar um novo sistema de pagamento por qualidade, denominado ‘Sistema de Valorização da Qualidade’. Com o sistema, a empresa procura estimular o incremento da produção de leite com base no teor de sólidos no leite (gordura e proteína), visando aumentar a competitividade do leite produzido no Brasil no cenário nacional e internacional. Já para CCS e UFC, o objetivo foi estimular a produção de leite com padrões de qualidade internacionalmente aceitos, permitindo que o Brasil acesse novos mercados.

O sistema envolve classes para quatro parâmetros: proteína, gordura, CCS e UFC. Para proteína, foi estipulado um bônus para o leite produzido com mais de 3,0% até o máximo de 4,0%, e uma penalização para o leite abaixo desse valor. O bônus máximo pode chegar a R\$ 0,07 por litro de leite. No caso da gordura, a bonificação inicia a partir de 3,2%, sendo penalizado o leite com menos de 3,0%. Para CCS, o bônus foi de R\$ 0,01 por litro para leite com CCS igual ou menor a  $200 \times 10^3$  células/ml, com queda linear até zero para o leite acima de  $400 \times 10^3$  células/ml. Estipulou-se uma penalização de R\$ 0,01 por litro de leite com CCS acima de  $500 \times 10^3$  células/ml. O sistema de pagamento para CTB é semelhante. A bonificação máxima foi fixada em R\$ 0,015/litro, para leite com menos de  $20 \times 10^3$  ufc/ml, com redução linear até  $100 \times 10^3$  ufc/ml. A partir de  $400 \times 10^3$  ufc/ml foi prevista penalização de R\$ 0,015/litro de leite (MILKPOINT, 2005c).

A Itambé<sup>3</sup> informou que os parâmetros utilizados para pagamento são: CTB, CCS, proteína total e a matéria gorda. A bonificação varia conforme os resultados das análises, podendo chegar até R\$ 0,08/litro, para o leite com qualidade máxima. Em relação à bonificação por escala de produção, o diferencial de preço entre o menor (300 litros/dia) e o maior (7.000 litros/dia) é de R\$ 0,10/litro (ALVARES, 2005; MILKPOINT, 2005a).

No geral, observa-se que a maioria das indústrias laticinistas imputou peso superior a 10% no quesito ‘qualidade do leite’, na formação do preço pago aos produtores. Portanto, melhorar a qualidade do leite deve ser a meta dos produtores que desejam progredir na atividade leiteira e aumentar a renda. Melhorar a qualidade do leite significa reduzir a mastite, melhorar o manejo da ordenha, evitar perdas por condenação do leite (como, por exemplo, devido a resíduos de antibióticos ou leite ácido), otimizar a alimentação das vacas e selecionar touros que aumentem os componentes do leite (DÜRR, 2005).

---

<sup>2</sup> DPA (Dairy Partners Américas) é uma joint-venture entre Nestlé e Fonterra (Cooperativa proveniente da Nova Zelândia).

<sup>3</sup> Itambé - Cooperativa Central dos Produtores de Leite.



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido em duas propriedades nas quais se realizaram intervenções para o controle da mastite. Os dados utilizados foram levantados a partir do estudo de Cruz et al. (2004), na base de dados das propriedades e da Associação de Criadores de Gado Holandês de Minas Gerais (ACGHMG), em entrevistas com o corpo técnico, administrativo e operacional e em artigos de publicações especializados. As práticas de manejo e medidas profiláticas são adotadas nas propriedades por orientação dos técnicos responsáveis pelo controle sanitário dos rebanhos.

Um dos rebanhos, designado no texto como 'A', pertence a Embrapa Gado de Leite. A propriedade, localizada em Coronel Pacheco, na Zona da Mata Mineira (21° 33' 22" S e 43° 06' 15" W, altitude de 414 metros) destina uma área de 100 hectares para atividade leiteira tendo, como finalidade principal, servir de base para pesquisas científicas, no qual se avaliou a eficácia da terapia de ataque, em experimento piloto. O outro, um rebanho comercial, designado 'B', era manejado em uma propriedade localizada no município de Matozinhos na Zona Metalúrgica do Estado de Minas Gerais (19° 33' 28" S e 44° 04' 54" W, altitude de 612 metros), no qual foi avaliada a eficiência da terapia de ataque, de tratamento no momento da secagem e de medidas profiláticas. Devido às características peculiares de cada rebanho, os procedimentos adotados para o tratamento e manejo dos rebanhos foram diferenciados.

#### 3.1 Características e Procedimentos Adotados nos Rebanhos

##### 3.1.1 Rebanho 'A'

Os dados deste rebanho referem-se ao período de fevereiro de 2002 a janeiro de 2004. O rebanho tinha em média 60 vacas em lactação e produção de 11 kg de leite/dia. O grau de sangue variava entre 15/32 HZ e 15/16 HZ. As vacas em lactação eram manejadas sob piquetes de Capim Elefante (*Pennisetum purpureum*) e recebiam alimentação suplementar entre as ordenhas. As bezerras, após o nascimento, eram alojadas em abrigos individuais onde permaneciam até o desmame, que ocorria por volta de 70-80 dias.

Além do controle sanitário realizavam-se anotações zootécnicas e financeiras. As vacas eram ordenhadas mecanicamente, duas vezes ao dia, na seguinte seqüência: vacas primíparas e vacas isentas de mastite; vacas que tiveram mastite recentemente; e por último eram ordenhadas as vacas com problema de mastite ou em tratamento e cujo leite era separado do restante. Durante a ordenha eram adotados os seguintes procedimentos: (i) realização do teste da caneca de fundo escuro, se fosse detectada mastite, o animal era ordenhado posteriormente e o leite separado; (ii) higienização do úbere; (iii) secagem com papel toalha descartável; e (iv) imersão dos tetos em solução de iodo glicerinado. Ao término da ordenha de cada grupo era fornecido concentrado no cocho, com objetivo de evitar que as vacas deitassem. As vacas secas eram manejadas junto com as novilhas que estavam no final de gestação e recebiam alimentação complementar no cocho.

Após identificação dos animais positivos, as vacas foram segregadas em lotes de acordo com a condição livre ou infectadas e os microrganismos envolvidos na infecção, respeitando-se a seguinte linha de ordenha: livres de infecção; recém-paridas; positivas para *S. agalactiae*; positivas para *S. aureus*. O tratamento foi realizado após a última ordenha do dia, por meio de infusão intramamária de 51 mg de cloridrato de pirlimicina<sup>4</sup>, com intervalo de 24

---

<sup>4</sup> Nome comercial: Pirsue® (Fabricante: Laboratórios Pfizer Ltda – Divisão de Saúde Animal)

horas, durante três dias consecutivos. O período de carência para comercialização do leite foi de 36 horas.

### 3.1.2 Rebanho 'B'

Neste rebanho, os dados são referentes ao período de agosto de 2002 a junho de 2005. Este era formado por animais da raça Holandesa, tendo em média 231 vacas em lactação e produção média diária de 21,88 litros de leite. Controles de produção, reprodução, financeiro e sanitário, neste último com destaque para microbiológico e CCS do leite, eram realizados pela equipe técnica da propriedade, da ACGHMG e pelo laticínio comprador do leite.

As seguintes práticas eram adotadas na ordenha: (i) realização do teste da caneca de fundo escuro; (ii) higienização do úbere por meio de lavagem e secagem com papel toalha descartável; e (iii) imersão das tetas em solução de iodo-glicerina antes e após a ordenha. Adotava-se, como rotina, o tratamento de todos os quartos mamários de todas as vacas após a última ordenha da lactação (secagem), com antibiótico específico para vacas secas. Os casos clínicos de mastite, quando ocorriam, eram tratados imediatamente, as vacas eram retiradas da linha de ordenha e a conduta terapêutica variava conforme os sintomas apresentados.

O sistema de produção adotado para as vacas em lactação é o confinado intensivo utilizando estábulo tipo “free-stall” com cama de areia<sup>5</sup>. Os animais recebiam dieta completa<sup>6</sup> durante todo o ano, conforme as exigências nutricionais da fase em que se encontravam. As vacas secas eram manejadas junto com as novilhas no final da gestação. As bezerras, após o nascimento, eram alojadas em abrigos individuais onde permaneciam até o desmame, que ocorria por volta de 80 dias.

Antes do tratamento das vacas positivas, foram pesquisadas e analisadas com detalhes, as práticas de manejo, os fatores de risco para disseminação da bactéria no rebanho e adotadas modificações no manejo das vacas em lactação. O objetivo dessas medidas foi reduzir o número de animais para tratamento e eliminar as possíveis causas de re-introdução e disseminação da bactéria no rebanho.

O planejamento do tratamento foi desenvolvido pelos veterinários em conjunto com o administrador e ordenhadores da fazenda, considerando o trabalho extra pelo manejo de dois ou mais grupos. Todo o pessoal envolvido foi motivado para obter sucesso na estratégia de tratamento e informado sobre os procedimentos a serem adotados frente a uma nova situação. Na preparação da estratégia mais apropriada foram considerados fatores como: tamanho do rebanho, época de concentração dos partos, a prevalência e cronicidade da infecção no rebanho, o tipo de instalações e a habilidade do pessoal envolvido para resolver situações imprevistas.

Foram revistas, com detalhes, as seguintes ações que poderiam evitar a disseminação das bactérias de vaca para vaca: (i) aplicação de desinfetante na teta antes e após a ordenha; (ii) manutenção da ordenhadeira mecânica – borrachas das teteiras, nível de vácuo e pulsação passaram a ser rigorosamente monitorados; (iii) monitoramento das rotinas de ordenha, com atenção especial para que as vacas estivessem completamente ordenhadas em período de tempo determinado; (iv) higiene com casos clínicos; (v) segregação de vacas infectadas; e, (vi) introdução de vacas no rebanho.

A causa mais provável da introdução de *S. agalactiae* no rebanho foi atribuída à aquisição de animais e participação em exposições. Assim, todos os animais adquiridos ou

---

<sup>5</sup> A areia das camas passava por um processo de limpeza e eram repostas semanalmente

<sup>6</sup> Na dieta completa todos os ingredientes da dieta são misturados antes do fornecimento aos animais que tem acesso irrestrito à mistura de conteúdo nutricional conhecido.

reintroduzidos ao rebanho passaram a ser submetidos a um período de quarentena e condicionados a três testes microbiológicos com resultado negativo.

As vacas, que já estavam na propriedade, foram separadas em grupos livres e infectadas, conforme a condição sanitária. Para divisão inicial do rebanho foi utilizada uma combinação dos resultados de cultura microbiológica, CCS individual e histórico de tratamento. Foram estabelecidas regras claras para trocar as vacas dos grupos. As vacas recém paridas só poderiam participar do grupo livre após exames microbiológicos negativos, mesmo tendo sido tratadas na secagem. As primíparas foram incluídas no grupo livre após o parto. O grupo livre era ordenhado primeiro e a ordenhadeira era higienizada após a ordenha do grupo infectado.

A maneira de identificar as vacas também foi revista. O sistema de identificação para vacas consideradas livres e infectadas passou a ter um forte componente visual possibilitando identificar e remover do grupo de vacas livres qualquer animal que não fizesse parte dele, antes da ordenha. As vacas em lactação passaram a ser identificadas com cordas coloridas no pescoço e no jarrete, com cores diferentes para cada grupo.

Antes da medicação com antibióticos, os procedimentos relativos à terapia da vaca seca, descarte de vacas com problemas e tratamentos de casos clínicos passaram a ser realizados conforme descrito a seguir:

(a) Terapia da vaca seca e estratégia de tratamento: foi implantado um protocolo para secagem das vacas onde constava: (i) secar todas as vacas com produção diária inferior a 11 litros; (ii) método abrupto, redução no fornecimento de alimentos, interrupção da ordenha e retirada do grupo lactação; e (iii) uso de antibiótico específico, para secagem ou interrupção da lactação, nas quatro tetas, indiferente da vaca ser ou não positiva para *S. agalactiae* (ZECCONI; PICCININI, 1999).

(b) Normas para descarte: priorizavam as vacas que apresentassem os seguintes problemas: (i) infecções persistentes, apesar de terem sido submetidas ao tratamento na secagem; (ii) úberes fibrosados à palpação; e (iii) histórico de alta CCS.

(c) Identificação e tratamento de casos clínicos: estabelecido protocolo para detecção precoce e tratamento de todos os casos clínicos de mastite e realizados treinamentos para todo o pessoal que trabalha na ordenha.

O esquema de tratamento escolhido constou da infusão de suspensão intramamária contendo 75 mg de ampicilina sódica e 200 mg de cloxacilina sódica<sup>7</sup>, em intervalos de 12 horas, durante três ordenhas consecutivas. O período de carência para comercialização do leite foi de 72 horas após o último tratamento.

Após a terapia e confirmada a erradicação do *S. agalactiae* do rebanho por exames microbiológicos foram implantadas rotinas para monitorar o possível reaparecimento deste agente. As vacas que ainda apresentassem CCS elevada ou casos de mastite clínica recorrente foram submetidas a novos exames microbiológicos, e as positivas para *S. agalactiae* foram imediatamente tratadas e ordenhadas em um grupo separado até a confirmação da eliminação do patógeno em pelo menos dois exames microbiológicos negativos. Além disto, passaram a ser realizados, mensalmente, exames microbiológicos do leite total com vistas à identificação de *S. agalactiae*. No Anexo A, um organograma ilustra a estratégia adotada no manejo das vacas.

### 3.2 Avaliação da Viabilidade Técnica

O programa terapêutico adotado nos dois rebanhos foi a terapia de ataque seletiva ou parcial (BIGGS, 1995). Para o direcionamento da terapia, os responsáveis pelo programa

---

<sup>7</sup> Nome comercial: Bovigan® L (Fabricante: Bayer S/A – Divisão Bayervet)

consideravam positivas todas as vacas que apresentaram, no mínimo, um isolamento de *S. agalactiae* em três exames microbiológicos, realizados a partir de amostras de leite coletadas antes do tratamento.

Os medicamentos utilizados foram escolhidos entre aqueles que apresentaram registro na literatura de eficácia terapêutica acima de 90% (CUMMINS; MCCASKEY, 1987; THOMSON et al., 1988) e melhor relação custo/benefício.

A eficácia da terapia foi avaliada por dois exames microbiológicos consecutivos do leite de todos os animais, aos 7 e 21 dias após o tratamento.

O número de casos e de vacas com mastite clínica foi levantado do banco de dados das propriedades no período de 12 meses anteriores e posteriores à terapia. As taxas médias de mastite clínica dos períodos foram calculadas conforme Fonseca e Santos (2000), a partir da equação 2.

$$TMMC = \left[ \sum_{i=1}^n \frac{(MC / dm) \times 100}{nVL} \right] / n \quad (2)$$

Em que: TMMC = taxa média de mastite clínica; MC = casos de mastite clínica; dm = número de dias do mês; nVL = número médio de vacas em lactação; e n = número de meses.

Nos cálculos da CCS do leite total e individual utilizaram-se dados do Boletim de Análise do Leite do Produtor (BALP) emitido pelo comprador do leite e do Serviço de Controle Leiteiro da ACGHMG, respectivamente.

Para avaliar a produção de leite foram utilizados dados de controle leiteiro realizado nos dias 10, 20, e 30 de cada mês (rebanho 'A') e do Serviço de Controle Leiteiro da ACGHMG (rebanho 'B'). Para eliminar a influência de fatores não-genéticos sobre as características de produção, as produções foram corrigidas através do método dos quadrados mínimos por meio do procedimento Modelo Linear Generalizado. Entre estes fatores incluem-se a idade ao parto, dias de lactação, época (seca, de abril a setembro, e águas, de outubro a março) e ano do parto. Para que o controle leiteiro participasse das análises, foram estabelecidos limites para teores de gordura de 2 a 8%, sólidos totais de 6% a 18%, dias de lactação menor que 400 e idade ao parto entre 18 e 120 meses. Utilizou-se o seguinte modelo linear, adaptado de Pimpão, et al. (1997):

$$Y_{jkvr} = \mu + E_k + A_j + E_k * A_j + b_1(X_v - \bar{X}) + b_2(X_v - \bar{X})^2 + b_3(P_r - \bar{P}) + b_4(P_r - \bar{P})^2 + e_{jkvr} \quad (3)$$

Em que:  $Y_{jkvr}$  = é a observação referente à produção de leite, em kg, da vaca v, lactação r, tendo o parto ocorrido na estação k, no ano j;  $\mu$  = constante;  $E_k$  = efeito da época do parto k, sendo k=0 (abril a setembro) e k=1 (outubro a março);  $A_j$  = efeito do ano do parto j, sendo j (2001, ..., 2004);  $X_v$  = idade ao parto, em meses;  $\bar{X}$  = média de idade ao parto, em meses;  $b_1$  e  $b_2$  = coeficientes de regressão da característica X, nos termos linear e quadrático, sobre a produção de leite;  $P_r$  = dias de lactação (DIM);  $\bar{P}$  = média de dias de lactação (DIM);  $b_3$  e  $b_4$  = coeficientes de regressão da característica P, nos termos linear e quadrático, sobre a produção de leite; e  $\varepsilon$  = erro padrão aleatório, normal e independentemente distribuído, com média  $\theta$  e variância  $\sigma^2$ , associado a cada observação  $Y_{jkvr}$ .

### 3.3 Avaliação da Viabilidade Econômica

Para proceder à avaliação econômica do programa de erradicação, foram computados os custos e as perdas envolvidas em cada etapa do processo, bem como os ganhos decorrentes da adoção de tais medidas, utilizando apenas como referência o rebanho 'B'. O procedimento adotado na avaliação econômica foi o método de orçamentação parcial, que consiste em analisar decisões que envolvem modificações parciais na estrutura de produção da propriedade. Neste método de análise pressupõe-se que a modificação proposta seja pequena e que o estoque de capital da propriedade não sofra alterações substanciais (NORONHA, 1987). Os valores monetários foram corrigidos para setembro de 2003, pelo IGP-DI da Fundação Getúlio Vargas. Os valores informados em Dólar Americano (US\$) foram convertidos conforme cotação do Mercado Oficial do dia 13/01/2006, US\$ 1,00 = R\$2,28 (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2006).

#### 3.3.1 Custo da terapia de ataque parcial

O modelo utilizado para calcular o custo do programa de erradicação (CPE) está especificado conforme a equação 4. Este modelo foi adaptado de Craven (1987) e Yamagata et al. (1987).

$$\text{CPE} = \text{EL} + \text{MMO} + \text{LD} + \text{HMV} \quad (4)$$

Em que: EL = custo dos exames microbiológicos de todas as vacas em lactação antes da terapia e das medicadas após o tratamento; MMO = custo da aquisição de medicamentos, luvas de procedimento e álcool e a mão-de-obra adicional foi calculada de acordo com o tempo extra de trabalho gasto; LD = valor do leite descartado, calculado pela multiplicação da produção das vacas nos períodos do tratamento e de carência pelo valor de venda do leite; e HMV = honorário do médico veterinário para o diagnóstico e acompanhamento do tratamento.

No cálculo do custo foram considerados os seguintes procedimentos:

- (i) o custo unitário de cada exame microbiológico foi de R\$ 5,00. Foram incluídas despesas com envio das amostras para o Laboratório, no total de R\$ 124,40;
- (ii) foram utilizadas doze unidades de medicamento por vaca tratada ao preço unitário de R\$ 2,89. Foi incluído no custo do tratamento o valor correspondente à aquisição de luvas de procedimentos e álcool, no total de R\$ 10,20;
- (iii) o custo da mão-de-obra adicional para o tratamento foi obtido utilizando-se um coeficiente técnico de acordo com o tempo extra de trabalho gasto. O coeficiente foi calculado considerando cinco minutos para o tratador efetuar a higiene de suas mãos e das tetas, a infusão do medicamento intramamário e a massagem do úbere (OLIVEIRA, 1989) multiplicado pelo número de animais tratados, sendo o valor obtido multiplicado pelo número de ordenhas com tratamentos. Obteve-se um total de 10,5 horas de trabalho adicional. O salário médio de um trabalhador rural mensalista foi de R\$ 350,00, para uma carga horária de trabalho de 220 horas. A partir de uma regra de três simples, obteve-se o coeficiente técnico igual a 0,0477. O salário mensal do ordenhador foi multiplicado por este coeficiente e obteve-se o valor de R\$ 16,70 que foi acrescido dos valores referentes aos encargos sociais, equivalentes a 43% do salário;
- (iv) para o cálculo do valor do leite descartado, foram somadas as produções média por vaca nos dias de tratamento e no período de carência, multiplicando o total apurado pelo número de vacas tratadas e o total, novamente, multiplicado pelo valor unitário de venda do leite; e

(v) para estimar os honorários do médico veterinário, considerou-se que foram necessárias seis visitas parciais para o diagnóstico e acompanhamento do tratamento, ao custo proporcional estipulado em R\$ 120,00 por visita.

### 3.3.2 Benefícios econômicos com o tratamento

Os benefícios do programa de erradicação (BPE) foram estimados utilizando-se um modelo adaptado de Edmondson (1989), Erskine e Eberhart (1990) e Yamagata et al. (1987), conforme equação 5.

$$BPE = PQ + RP + RMC + RDPM \quad (5)$$

Em que: PQ = valor total do pagamento por qualidade; RP = valor total da redução da perda na produção de leite devido à redução na CCS; RMC = valor total da redução das despesas com mastite clínica; e RDPM = valor total da redução das perdas com morte e descarte precoce.

Nas simulações dos benefícios econômicos foram utilizados dados de literaturas, simulação 1, o efeito da terapia avaliada neste estudo considerando  $p = 0,06$ , simulação 2; e  $p < 0,05$ , simulação 3.

A estimativa do pagamento por qualidade (PQ) foi obtida pela equação 6, utilizando apenas os efeitos sobre a redução de CCS.

$$PQ = \sum_{i=1}^{12} [(CCS_i - CCS_{após}) * \text{bonificação}] \quad (6)$$

Em que:  $CCS_i$  = CCS no  $i$ -ésimo mês anterior ao tratamento;  $CCS_{após}$  = média de CCS dos 12 meses após a terapia, valores obtidos no BALP; bonificação calculada segundo Álvares (2005).

O valor da perda de produção de leite (RP) foi avaliada por dois modelos. No primeiro, modelo estimado, a perda foi calculada em função da CCS do leite total, utilizando-se os valores mensais de CCS informados no BALP, conforme a equação 7.

$$RP = \sum_{i=1}^{12} [(CCS - CCS_{após}) * \text{perdas}] \quad (7)$$

Em que:  $CCS_i$  = CCS no  $i$ -ésimo mês anterior ao tratamento;  $CCS_{após}$  = média de CCS dos 12 meses após a terapia, valores obtidos no BALP; e perdas estimadas segundo Eberhart et al. (1982).

No segundo modelo calculado, a perda foi estimada com os dados de produção antes e após o tratamento, conforme equação 8.

$$RP = PLD_{aj} - PLA_{aj} \quad (8)$$

Em que:  $PLA_{aj}$  e  $PLD_{aj}$  é a produção de leite ajustada antes e depois da terapia, respectivamente.

A redução das despesas com mastite clínica (MC) foi obtida pela estimativa do custo de cada caso, para o qual foram computadas as despesas com o tratamento e as perdas decorrentes da doença, adaptado de Janzen (1970), Morin et al. (1993) e Schepers e Dijkhuizen (1991). O modelo utilizado está descrito na equação 9.

$$MC = \left[ \sum_{i=1}^n (EMM_i + DL_i + DPM_i + HMV_i) \right] / n \quad (9)$$

Em que: EMM = custo total com exames, medicamentos e mão-de-obra adicional; DL = valor total do descarte de leite; DPM = valor total do descarte precoce e morte de vacas; HMV = honorário do médico veterinário; e n = número total de casos.

Consideraram-se os seguintes parâmetros:

- (i) o valor das despesas com exames e medicamentos foi apurado no fluxo de caixa;
- (ii) para o cálculo do custo com mão-de-obra, considerou-se o tempo de 108 minutos para o tratador efetuar o tratamento de cada caso de mastite clínica (OLIVEIRA, 1989). Obteve-se um coeficiente técnico igual a 1,7182 que, multiplicado pelo salário mensal e encargos sociais, totalizou R\$ 859,95;
- (iii) para o cálculo do valor do leite descartado, utilizou-se a produção média diária de leite multiplicada por 5,5 ordenhas. Este valor foi obtido levando em consideração o período médio de tratamento e carência para evitar resíduos no leite de um grupo de 6 medicamentos utilizados durante o período deste estudo; e
- (iv) honorários do médico veterinário estimado em 24 visitas parciais para atividades ligadas à saúde da glândula mamária.

Para estimar o prejuízo causado pelo descarte precoce ou morte (DPM) de uma vaca, utilizou-se a equação 10.

$$DPM = VI - (R_{aj} + VV_{aj}) \quad (10)$$

Onde: VI = custo de uma vaca primípara;  $R_{aj}$  = receita líquida gerada pela vaca ao longo da vida produtiva, e  $VV_{aj}$  = valor de venda da vaca, ambas ajustadas para data do primeiro parto. Em caso de morte (M), considera-se  $VV_{aj}$  igual a zero.

Para apuração do custo de uma vaca primípara e do litro de leite produzido, utilizou-se uma abordagem metodológica de custo por setores, proposta por Yamaguchi et al. (2002). Nesta metodologia, a apropriação dos custos é feita dividindo-se a propriedade em quatro setores, sendo dois referentes aos produtos principais obtidos: produção de leite e produção de fêmeas para reposição, e dois que fornecem insumos e serviços para a obtenção dos referidos produtos: produção de alimentos volumosos e prestação de serviços de bens e capital. A cada um dos setores foram imputados os custos relativos aos ativos específicos: de capital, de aquisição de insumos e de serviços.

A receita líquida por litro de leite foi calculada da diferença entre a receita bruta apurada e o custo do leite produzido. A receita líquida média por vaca, ao longo da vida

produtiva, foi obtida por modelo quadrático gerado do fluxo de caixa estimado. O fluxo de caixa foi estimado com dados do período de agosto de 1998 a junho de 2005. Para estimar o fluxo de caixa, foram utilizados a produção de leite total da lactação, a receita líquida por litro de leite e o valor de uma bezerra ao nascimento. A idade média das vacas no dia do parto, em meses, independente da lactação estar encerrada ou não, foram estratificadas segundo a ordem de parto. Devido ao pequeno número de casos, vacas com seis ou mais lactações foram agrupadas. O valor da bezerra foi de R\$ 100,00 e a probabilidade 50% de nascer fêmea por gestação. O fluxo de caixa foi estimado utilizando o método VPL, com taxa de juros de 6% ao ano (LAPPONI, 2003). O valor médio obtido com a venda de vacas descartadas para abate foi de R\$ 800,00.

Utilizando-se da equação quadrática, estimou-se o tempo necessário para retorno de investimento e se houve perda ou não, devido ao descarte precoce ou morte de uma matriz leiteira.

### 3.4 Análise Estatística

Foram utilizados os programas Access<sup>®</sup> e Excel<sup>®8</sup> – versão 2003 para seleção e preparo dos dados. O programa SPSS para Windows<sup>®9</sup> – versão 13,0 foi utilizado nos Testes de Levine para igualdade de variância, e ‘T’ de Student para comparação de médias, Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) e Teste Exato de Fischer para verificar diferenças nas medidas de frequência de mastite clínica, conforme preconizado por Morgan et al. (2001) e Sampaio (2002).

Para determinar a proporção de unidades que possuem determinado atributo como, por exemplo, o número de casos de mastite clínica, utilizou-se o software SAEG para Windows<sup>®10</sup>, conforme Stevenson (1981). Foram estimados intervalos de confiança (IC) a 95% de probabilidade, de amostras representativas de iguais (animais de mesma raça, manejo, alimentação, etc.) onde a variabilidade é devida ao acaso. Intervalos superpostos caracterizam médias populacionais estatisticamente iguais.

No ajuste da produção de leite, foi utilizado o método dos quadrados mínimos por meio do procedimento ‘General Linear Models’ (PROC GLM) do programa computacional SAS<sup>®11</sup> (versão 8.1).

---

<sup>8</sup> Programas computacionais desenvolvidos pela Microsoft Corporation.

<sup>9</sup> Programa computacional para realizar análises estatísticas desenvolvido por SPSS Inc.

<sup>10</sup> Programa computacional para realizar análises estatísticas desenvolvido pela Universidade Federal Viçosa.

<sup>11</sup> Programa computacional para realizar análises estatísticas desenvolvido por SAS Institute Inc.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Ocorrência de Mastite

Antes da realização da terapia de ataque parcial, no rebanho 'A' foram identificados 16 (26,3%) animais infectados com *S. agalactiae* e 11 (18%) por *S. aureus*. No rebanho 'B', 42 (18,2%) dos animais foram identificados como positivos para *S. agalactiae*, sendo que 31 (13,4%) apresentaram infecção associada com *S. aureus*, que foi identificada isoladamente em 109 (47,2%) animais. Neste último, após finalizado os procedimentos da terapia de ataque, foram identificadas duas vacas positivas para *S. agalactiae*. Estas, que estavam secas na época da terapia, foram imediatamente tratadas e ordenhadas em um grupo separado até a confirmação da eliminação do patógeno.

Keefe (1997), em trabalho de revisão, relata estudos realizados nos Estados de Mississippi e Massachusetts, nos EUA, entre 1976 e 1982, com prevalência média de mastite por *S. agalactiae* de 39,5 a 44,7% em amostras de leite de quartos mamários com reação positiva no CMT e, portanto, com maior possibilidade de estarem infectados.

Em 6.315 amostras de leite originárias de 48 rebanhos das regiões Zona da Mata e Campos das Vertentes, em Minas Gerais, Brito et al. (1999) encontraram *S. agalactiae* em 6,9% das amostras. Entretanto, os rebanhos estudados apresentavam características diversas quanto à raça, grau de sangue, produção de leite, tipo e manejo da ordenha.

Vacas com quartos mamários infectados sem evidência de reação inflamatória podem se constituir em importante fonte de infecção de *S. agalactiae* para o rebanho. Portanto, a identificação de vacas infectadas é importante para que medidas de controle direcionadas para agentes contagiosos da mastite sejam recomendadas (BRAMLEY et al., 1996), o que implica no exame de quartos mamários aparentemente sadios.

O elevado percentual destes dois patógenos nos rebanhos estudados nesta pesquisa deixou evidente a necessidade de elaborar programas para o controle da mastite e melhoria da qualidade higiênica do leite nas propriedades.

### 4.2 Avaliação da Viabilidade Técnica

#### 4.2.1 Eficácia da terapia de ataque parcial

A eficácia da terapia na eliminação de *S. agalactiae* foi de 100% (Tabela 1). O sucesso terapêutico do tratamento foi similar aos obtidos por Erskine e Eberhart (1990), Huber (1977) e Thomson et al. (1988) com taxas de cura entre 88% e 100%, caracterizando a viabilidade do uso de terapia de ataque seletivo no tratamento *S. agalactiae* durante a lactação.

Provavelmente, a alta taxa de cura observada está relacionada à sensibilidade de *S. agalactiae* frente às drogas utilizadas e à dependência do ambiente da glândula mamária para sua sobrevivência. Entretanto, é importante ressaltar que, apesar da eficiência da terapia na rápida eliminação de *S. agalactiae* do rebanho, o sucesso do programa não deve ser creditado apenas ao tratamento isoladamente. Segundo Edmondson (1995), a associação com medidas de profilaxia como a imersão dos tetos em solução sanitizante na ordenha, funcionamento adequado do equipamento de ordenha e segregação de animais infectados é fundamental para o sucesso do tratamento.

**Tabela 1.** Isolamento de *S. agalactiae* e *S. aureus*, em amostra de leite das vacas, antes e após a terapia de ataque parcial.

Rebanhos	Antes do tratamento		Após o tratamento	
	<i>S. agalactiae</i>	<i>S. aureus</i>	<i>S. agalactiae</i>	<i>S. aureus</i>
A	16	-	0	-
B	42	31	0	18

No rebanho 'B', o mesmo sucesso terapêutico não foi obtido para *S. aureus*, cuja taxa de cura foi de apenas 42%. Resultados similares são relatados por Erskine e Eberhart (1990) e Fonseca e Santos (2000) que verificaram eficácia entre 30% e 38,5% da terapia de ataque na eliminação de *S. aureus*. Segundo Nickerson (1994), as taxas de cura de mastites subclínicas por *S. aureus* durante a lactação variam de 15 a 70%, apresentando quase sempre resultados inferiores a 50%.

Uma importante característica do *S. aureus* é a sua capacidade de sobrevivência intracelular, que o protege da ação dos antibióticos (PHILPOT; NICKERSON, 2002). Na literatura, vários aspectos têm sido relacionados com as falhas na terapia antibiótica das mastites por *S. aureus*. Dentre eles são citados: (i) baixa penetração dos antibióticos nos tecidos inflamados e fibrosados (OWENS et al, 1993; PHILPOT; NICKERSON, 2002); (ii) resistência bacteriana frente aos antibióticos (MILLYS et al., 1992); (iii) localização intracelular da bactéria, inclusive em leucócitos (CRAVEN; ANDERSON, 1984); (iv) diferentes padrões de infectividade, eliminação e de resistência aos antibióticos, e (v) diferenças em relação à reação do sistema imune (ANDERSON, 1976).

A terapia de ataque foi capaz de eliminar a infecção por *S. agalactiae* da glândula mamária e, durante o período de avaliação da eficácia dos tratamentos, não foi constatada a ocorrência de novas infecções intramamárias por este agente nos animais tratados dos dois rebanhos. De acordo com Costa (2003), um dos benefícios dos tratamentos das mastites subclínicas é reduzir o número de quartos infectados e, conseqüentemente, a dispersão de infecções dentro do rebanho. No caso de *S. agalactiae*, o controle sanitário rigoroso anterior à introdução de animais no rebanho e o monitoramento por meio de CCS e exame bacteriológico periódico, podem garantir a sanidade do rebanho em relação às mastites causadas pelo agente (BIGGS, 1995; PHILPOT; NICKERSON, 2002).

#### 4.2.2 Mastite clínica

No rebanho 'A', constatou-se que não houve diferença estatística ( $p > 0,05$ ) na redução do número de vacas (Tabela 2) e de casos (Tabela 3) de mastite clínica. No rebanho 'B', observou-se uma redução de 21% no número de vacas e 18% no de casos ( $p < 0,05$ ).

Em relação à mastite clínica no grupo de animais do rebanho 'A' (Tabela 4), submetidos a terapia de ataque parcial, constatou-se também que não houve diferença estatística ( $p > 0,05$ ) na redução no número de vacas e de casos. Por outro lado, no grupo de animais tratados do rebanho 'B' com infecção de apenas *S. agalactiae* (Tabela 5), a redução no número de vacas com mastite clínica foi de 66% e de casos 75% ( $p < 0,05$ ). No grupo que apresentava infecção mista de *S. agalactiae* e *S. aureus* (Tabela 6), a redução foi de 46% e 54%, respectivamente ( $p < 0,05$ ), resultados estes similares aos observados no total de vacas em lactação deste rebanho.

**Tabela 2.** Número de vacas com mastite clínica no período de doze meses, anteriores e posteriores à terapia de ataque parcial, rebanhos 'A' e 'B'.

Período	Rebanho 'A'			Rebanho 'B'		
	negativo	positivo	IC <sup>(1)</sup>	negativo	positivo	IC <sup>(1)</sup>
Anterior	30	38	0,559 ± 0,121	84	168	0,667 ± 0,058
Posterior	24	35	0,593 ± 0,130	127	133	0,512 ± 0,061

Rebanho 'A':  $\chi^2$  (Yates) = 0,045 e p = 0,833; Rebanho 'B':  $\chi^2$  (Yates) = 12,079 e p = 0,001; <sup>(1)</sup> Proporção de positivos: IC ( $\alpha$  = 5%).

**Tabela 3.** Número de casos de mastite clínica no período de doze meses, anteriores e posteriores à terapia de ataque parcial, rebanhos 'A' e 'B'.

Período	Rebanho 'A'			Rebanho 'B'		
	negativo	positivo	IC <sup>(1)</sup>	negativo	Positivo	IC <sup>(1)</sup>
Anterior	30	69	0,697 ± 0,091	84	231	0,733 ± 0,049
Posterior	24	62	0,721 ± 0,095	127	190	0,599 ± 0,054

Rebanho 'A':  $\chi^2$  (Yates) = 0,038 e p = 0,845; Rebanho 'B':  $\chi^2$  (Yates) = 12,154 e p = 0,000; <sup>(1)</sup> Proporção de positivos: IC ( $\alpha$  = 5%).

**Tabela 4.** Número de vacas e de casos de mastite clínica (MC) no período de doze meses, anteriores e posteriores à terapia de ataque parcial, rebanho 'A'.

Período	Vacas com MC <sup>(1)</sup>			Número casos de MC <sup>(2)</sup>		
	negativo	positivo	IC <sup>(3)</sup>	negativo	positivo	IC <sup>(3)</sup>
Anterior	5	11	0,688 ± 0,255	5	25	0,833 ± 0,147
Posterior	4	12	0,750 ± 0,238	4	22	0,846 ± 0,149

<sup>(1)</sup> Teste Exato de Fisher: p = 0,5; e <sup>(2)</sup> p = 0,594; <sup>(3)</sup> Proporção de positivos: IC ( $\alpha$  = 5%).

No rebanho 'A', 63% das vacas infectadas com *S. agalactiae* tinham três ou mais lactações e no rebanho 'B' 52%. Destaca-se que neste último, apenas 38% das vacas em lactação tinham três ou mais partos, apesar de Keefe (1997) relatar que as infecções por *S. agalactiae* ocorrerem em vacas de qualquer idade e em qualquer estágio da lactação. Entretanto, fatores como ordem de parto, sistema de manejo, melhor controle da higiene nas atividades relacionadas à ordenha e controle sanitário no rebanho podem ter contribuído para a redução da mastite clínica, constatada nos animais do rebanho 'B' submetidos ou não à terapia de ataque parcial, corroborando, em parte, com Philpot e Nickerson (2002) que

relacionaram a incidência de mastite, em rebanhos, à ordem de parto, estágio da lactação, estação do ano e manejo.

**Tabela 5.** Número de vacas com mastite clínica no período de doze meses anteriores e posteriores à terapia de ataque parcial, rebanho 'B'.

Período	Vacac c/ <i>S. agalactiae</i> <sup>(1)</sup>			Vacac c/ <i>S. agalactiae</i> + <i>S. aureus</i> <sup>(2)</sup>		
	negativo	positivo	IC <sup>(3)</sup>	negativo	positivo	IC <sup>(3)</sup>
Anterior	2	9	0,818 ± 0,272	5	26	0,840 ± 0,137
Posterior	8	3	0,273 ± 0,314	17	14	0,452 ± 0,185

<sup>(1)</sup>  $\chi^2$  (Yates) = 4,583 e p = 0,032; e <sup>(2)</sup>  $\chi^2$  (Yates) = 8,525 e p = 0,004;

<sup>(3)</sup> Proporção de positivos: IC ( $\alpha$  = 5%).

**Tabela 6.** Número de casos de mastite clínica no período de doze meses, anteriores e posteriores à terapia de ataque parcial, rebanho 'B'.

Período	Nº casos c/ <i>S. agalactiae</i> <sup>(1)</sup>			Nº casos c/ <i>S. agalactiae</i> + <i>S. aureus</i> <sup>(2)</sup>		
	negativo	positivo	IC <sup>(3)</sup>	negativo	positivo	IC <sup>(3)</sup>
Anterior	2	12	0,857 ± 0,210	5	37	0,881 ± 0,102
Posterior	8	3	0,273 ± 0,314	17	17	0,500 ± 0,177

Teste Exato de Fisher: <sup>(1)</sup> p = 0,005; e <sup>(2)</sup>  $\chi^2$  (Yates) = 11,470 e p = 0,001;

<sup>(3)</sup> Proporção de positivos: IC ( $\alpha$  = 5%).

Segundo Keefe (1997), além de estar envolvido em episódios de mastite subclínica, *S. agalactiae* é capaz de causar a doença em sua forma clínica. Philpot e Nickerson (2002) atribuíram redução no número de casos clínicos e de infecções por *S. aureus* à melhoria dos procedimentos de ordenha. De acordo com Dodd (1983), os programas de controle podem utilizar diferentes estratégias para prover a prevenção de novas infecções e redução da duração das infecções já existentes. Estratégias para a redução da mastite incluem medidas de higiene do processo de ordenha, especialmente relacionadas à manutenção e limpeza dos equipamentos (BRAMLEY et al., 1996).

As taxas de mastite clínica (Tabela 7) refletem a incidência no rebanho, fornecendo informações sobre as alterações na condição de saúde da glândula mamária. O nível aceito como padrão é menos de 1% do rebanho com mastite clínica (FONSECA; SANTOS, 2000). Para Miller et al. (1993), a taxa mensal de mastite clínica também é um bom indicador da eficácia do programa de controle de mastite.

#### 4.2.3 Contagem de células somáticas

As médias de CCS do leite total do rebanho 'B', 12 meses antes e 12 meses após o tratamento, estão na Tabela 8. Observou-se tendência de aumento crescente na CCS, tanto no leite do grupo de vacas infectadas com *S. agalactiae* quanto no leite total, e estabilização após

o tratamento. Considerando o período de seis meses anterior e posterior à terapia de ataque parcial, nota-se que a CCS apresentou redução superior a 50%, permanecendo neste patamar por mais de 24 meses (Figura 1). Resultados semelhantes foram obtidos por Erskine e Eberhart (1990) em 12 rebanhos infectados por *S. agalactiae* e *S. aureus*. Os autores relatam ter observado uma redução da CCS de  $918 \times 10^3$  para  $439 \times 10^3$  células/ml, 30 dias após a terapia de ataque.

**Tabela 7.** Taxas médias de mastite clínica, de 12 meses anteriores e posteriores à terapia de ataque parcial, rebanhos 'A' e 'B'.

Período	Taxa média de mastite clínica	
	Rebanho 'A'	Rebanho 'B'
12 meses anteriores	1,0293	0,9013
12 meses posteriores	0,8123	0,8643

**Tabela 8.** CCS de amostras do leite total no período anterior e posterior à terapia de ataque parcial, rebanho 'B'.

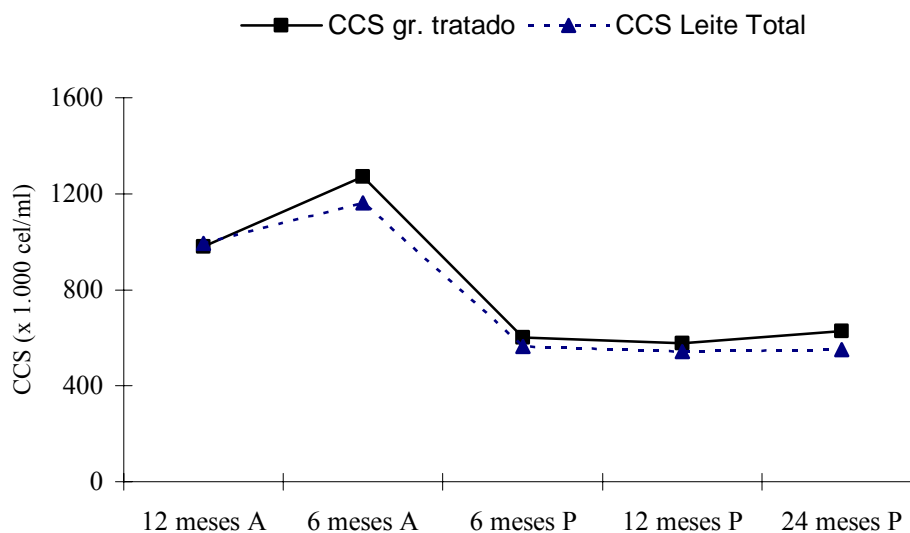
Mês	Antes	Mês	Após
12	819	1	650
11	717	2	530
10	759	3	533
9	721	4	566
8	883	5	532
7	942	6	566
6	1,202	7	507
5	1,265	8	549
4	1,236	9	534
3	1,458	10	453
2	818	11	575
1	798	12	495
Média (12 meses)	968 <sup>a, (1)</sup>		541 <sup>b, (2)</sup>

Médias na mesma linha seguidas de letras diferentes diferem significativamente entre si ( $p < 0,05$ ): Teste 'T' de Student.

IC ( $\alpha = 5\%$ ): <sup>(1)</sup>  $0,109 \pm 0,006$ ; <sup>(2)</sup>  $0,085 \pm 0,07$ ,

Os resultados obtidos nesta pesquisa estão em consonância com Keefe (1997), quando afirma que a infecção por *S. agalactiae* está relacionada a uma alta contagem individual de células somáticas, a qual tem grande influência sobre a CCS do leite total. Estudo conduzido por Pearson et al. (1976), em 526 rebanhos, encontrou alta correlação entre a média de CCS do rebanho e a frequência de isolamentos de *S. agalactiae*. Entretanto, os autores ressaltaram

que, a despeito da relevância do resultado, alguns rebanhos, apesar de positivos para *S. agalactiae*, não apresentaram elevação na CCS. No Brasil, Thiers et al. (2002) examinaram 1.428 vacas em propriedades localizadas nos Estados de São Paulo e Minas Gerais e também verificaram que houve correlação positiva entre a CCS do tanque de resfriamento e a percentagem de mastite clínica.



A anteriores, P posteriores a terapia de ataque parcial.

**Figura 1.** Contagem de células somáticas (CCS) de amostras de leite individual do grupo de vacas tratadas e do leite total, antes e após a terapia de ataque parcial, rebanho 'B'.

Segundo Bramley et al. (1996), a CCS do leite total acima de  $200 \times 10^3$  células/ml indica elevado percentual de vacas com mastite subclínica no rebanho. Apesar da redução verificada no rebanho 'B', a CCS do leite total ainda se encontra em níveis elevados, média  $541 \times 10^3$  células/ml, fator que pode estar relacionado com alta prevalência da infecção causada pelo *S. aureus*.

Os resultados desta pesquisa mostraram que a terapia de ataque parcial associada a adequadas práticas de profilaxia foram eficazes na erradicação de *S. agalactiae*, mesmo quando associado com *S. aureus*. Constituiu-se, portanto, numa alternativa para rebanhos nos quais haja necessidade de rápida redução na CCS, podendo ser útil para propriedades que ainda têm necessidade de se enquadrarem nos limites impostos pela IN51 (BRASIL, 2002).

#### 4.2.4 Produção de leite

Mesmo após a utilização de procedimentos de ajuste, para eliminar a influência de fatores não genéticos que interferem na produção, não foi possível identificar diferença significativa ( $p < 0,05$ ) na produção média de leite do grupo tratado, nos rebanhos 'A' ( $p = 0,12$ ) e 'B' ( $p = 0,18$ ) nem na produção do rebanho 'B' ( $p = 0,06$ ), considerando o período de 12 meses anteriores e 12 meses posteriores à terapia (Tabela 9).

Entretanto, Langenegger et al. (1981) afirmam que uma das conseqüências da mastite subclínica é a redução da produção de leite. Estes autores constataram redução de 43% na produção de quartos infectados por *Streptococcus spp*, quando comparados aos opostos livres de infecção. Outros autores, dentre os quais Eberhart et al. (1982), Edmondson (1989),

Erskine e Eberhart (1990), e Yagamata et al. (1987), relacionaram a redução da produção de leite à mastite subclínica e à elevada CCS.

**Tabela 9.** Produção média diária de leite do grupo de vacas medicadas e do rebanho total no período anterior e posterior à terapia, rebanhos 'A' e 'B'.

Período	Produção ajustada (em kg de leite/dia)			
	Grupo medicado		Rebanho total	
	'A'	'B'	'A'	'B'
12 meses anteriores	13,5 <sup>a</sup>	25,2 <sup>a</sup>	-	23,4 <sup>a</sup>
12 meses posteriores	12,7 <sup>a</sup>	24,0 <sup>a</sup>	-	24,0 <sup>a</sup>

Médias na mesma coluna seguidas de letras diferentes diferem significativamente entre si ( $p < 0,05$ ): Teste 'T' de Student..

McDermott et al. (1983) e Seymour et al. (1989) também relataram não ter observado diferenças significativas quanto ao aumento de produção após o tratamento de vacas com mastite subclínica durante a lactação. Nestes estudos, as infecções avaliadas eram causadas por vários patógenos e as taxas de cura foram baixas quando comparadas com as obtidas com *S. agalactiae*. McDermott et al. (1983) também questionaram a validade deste esquema de controle em relação ao custo/benefício do tratamento, por não constatarem aumento de produção de leite.

Infecções crônicas podem causar danos irreversíveis ao parênquima mamário, fazendo com que este apresente produções menores que o padrão normal, mesmo após a eliminação do agente durante a mesma lactação. A regeneração do tecido secretório é mais eficiente durante a involução da glândula mamária no período seco, já o reparo tecidual durante a lactação permanece questionável (NICKERSON; HEALD, 1981).

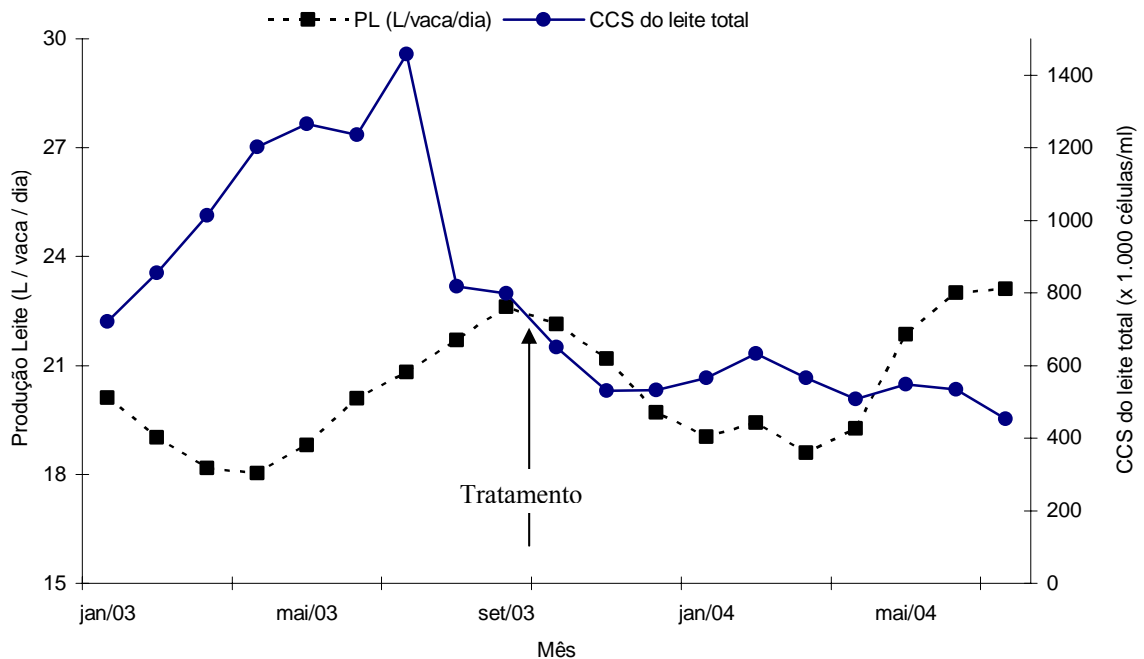
Outra razão para justificar o resultado encontrado diz respeito ao elevado percentual de vacas positivas para *S. aureus* no grupo tratado (74%) e o reduzido sucesso terapêutico (42%) na eliminação deste agente, no rebanho 'B'. Segundo DeGraves e Fetrow (1993), não é recomendado o tratamento de vacas, durante a lactação, com mastite subclínica causada por *S. aureus* devido à perda do leite por descarte, baixa taxa de cura e por não proporcionar aumento na produção de leite.

A produtividade média de leite, por vaca, e a CCS tiveram relação inversa (Figura 2). Em artigo de revisão, Reneau e Packard (1991) relacionaram estudos de diversos países e Eberhart et al. (1982), em estudo experimental, verificaram associação entre a elevação da CCS do leite total e a redução na produção de leite.

Apesar da dificuldade na mensuração explícita de todos os benefícios de um programa de erradicação, alguns aspectos são relevantes e devem ser considerados: (i) redução da carga microbiana infectante dentro do rebanho e conseqüentemente na incidência de mastite; (ii) menor risco da presença de antibióticos no leite; e (iii) minimização de custos indiretos como necessidade de instalações para vacas doentes, treinamento de empregados, rompimento de fluxo na sala de ordenha e o redirecionamento da atenção de administração de outras áreas operacionais da atividade leiteira.

### 4.3 Viabilidade Econômica

As ações profiláticas utilizadas no programa para erradicar e manter o rebanho livre de *S. agalactiae* devem ser adotadas em todas as vacas em lactação da propriedade pois, além de contribuir para manutenção de baixa incidência de mastite clínica e subclínica, são imprescindíveis para produção de leite de qualidade. Por este motivo, optou-se por não incluir o custo da profilaxia no programa de erradicação avaliado.



**Figura 2.** Produção de leite (litros/vaca/dia) e CCS leite total, rebanho 'B', período janeiro de 2003 a julho 2004.

#### 4.3.1 Custo da terapia de ataque parcial

Os custos da terapia de ataque parcial discriminados por atividades estão listados na Tabela 10. O custo total da terapia foi R\$ 175,95 ou US\$ 77,17 por vaca. Este valor é superior aos relatados por Edmondson (1989) e Erskine e Eberhart (1990), que obtiveram US\$ 20,00 e US\$ 30,87 por vaca tratada, respectivamente. No presente estudo, os componentes que exerceram maior influência no custo total do tratamento foram: exames laboratoriais (39%); descarte de leite (31%); medicamentos e mão de obra com operações adicionais (20%); e honorário do médico veterinário (10%). No estudo de Edmondson (1989), o custo dos medicamentos representou 53% do custo total vindo, a seguir, o descarte do leite 34% e honorário do médico veterinário e exames laboratoriais 13%. Já na pesquisa de Erskine e Eberhart (1990), as despesas com exames laboratoriais, descarte do leite e medicamentos representaram 53%, 34% e 13%, respectivamente.



**Tabela 10.** Custo da terapia de ataque parcial.

Variável	R\$/vaca	US\$/vaca
Exames microbiológicos	68,34	29,97
Mão-de-obra, medicamentos e higienização	35,49	15,57
Descarte de leite	54,98	24,11
Honorário do médico veterinário	17,14	7,52
<b>Total</b>	<b>175,95</b>	<b>77,17</b>

Os resultados deste estudo, assim como os de Edmondson (1989) e Erskine e Eberhart (1990), indicaram que, no planejamento do tratamento, dois fatores devem ser cuidadosamente avaliados: a estratégia de tratamento e o medicamento a ser utilizado. A estratégia a ser adotada no tratamento pode variar em função da prevalência da infecção no rebanho e do custo com exames. Em relação ao medicamento a ser utilizado, deve-se considerar os custos, a eficácia e o tempo de eliminação de resíduos no leite.

#### 4.3.2 Custo da mastite clínica

Na Tabela 11 relaciona-se o custo estimado de um caso de mastite clínica, bem como de cada item componente do custo total. Não foram computados custos indiretos, tais como: (i) instalações para vacas doentes; (ii) custos para identificar as vacas afetadas; (iii) custos para treinamento de empregados; (iv) rompimento de fluxo na sala de ordenha; (v) redirecionamento da atenção de administração de outras áreas operacionais da atividade leiteira; e (vi) aumento do risco de aborto após casos de mastite clínica, particularmente no início de lactação.

**Tabela 11.** Custo de um caso de mastite clínica.

Variável	R\$	US\$
Exames, medicamentos e mão-de-obra adicional	84,78	37,18
Descarte de leite	67,20	29,47
Descarte precoce de vacas	41,92	18,39
Morte de vacas	21,40	9,39
Honorário do médico veterinário	13,68	6,00
<b>Custo total por caso</b>	<b>228,99</b>	<b>100,43</b>

A participação, em percentual por item, que formou o custo de um caso de mastite clínica foi: (i) exames, medicamentos e mão-de-obra adicional (37%); (ii) descarte de leite (29%); (iii) descarte precoce e morte de vacas (28%); e honorário do médico veterinário (6%).

Entretanto, a participação dos descartes, por venda e morte, no custo total pode ter sido subestimada, tendo em vista que se considerou a mastite como causa de descarte dos animais apenas nos casos onde os sinais clínicos da doença foram evidentes.

No presente estudo, as perdas com a mastite clínica foram estimadas em R\$ 228,99, ou US\$ 100,43 por vaca/ano, sem a inclusão das despesas com prevenção. Este valor é intermediário ao relatado em diversos estudos. Morse et al. (1987) estimaram perdas por descarte de leite entre US\$ 30,00 e US\$ 234,00 por lactação. Em trabalho de revisão, DeGraves e Fetrow (1993) informaram que as perdas devido à mastite relatadas por diferentes autores, foram de aproximadamente US\$ 200,00 por vaca/ano, com variação de US\$ 35,00 a US\$ 295,00 por vaca/ano, representando perdas de 10 a 11% da capacidade produtiva das vacas. Berry et al. (2005) estimaram o custo de US\$ 226,00 por caso. Kirk e Bartlett (1988) obtiveram valores de US\$ 163,00 por vaca/ano, sem considerar custo de profilaxia, honorários veterinários e mão-de-obra adicional. Entretanto, Kaneene e Hurd (1990) e Weigler et al. (1990), que incluíram os custos com a prevenção da doença, apuraram valores de US\$ 36,00 e US\$ 50,00 por vaca/ano, respectivamente.

Em parte, as variações entre os resultados do presente estudo e o dos demais pode ser justificada, com base nas considerações de Shepers e Dijkhuizen (1991): (i) metodologia utilizada, pois cada estudo apresenta diferente conjunto de variáveis; (ii) as origens dos dados são diversas: rebanho, animal, associação, indústria; e (iii) em nenhum dos cálculos todas as possíveis variáveis foram incluídas nas análises. Mesmo considerando as imperfeições e inconsistência, as dificuldades na extrapolação dos resultados gerados para as condições de campo, estes autores sugerem o uso de modelos nas análises de custo da mastite clínica, a serem elaborados com embasamento nos resultados de estudos científicos e que os resultados gerados sejam interpretados com cautela.

#### 4.3.3 Perdas por morte e descarte precoce

O custo apurado para uma vaca na data do primeiro parto foi de R\$ 2.250,00. O preço médio ponderado de venda do leite foi de R\$ 0,5584 por litro e o lucro líquido de R\$ 0,0599. No período anterior à terapia morreram duas vacas positivas para *S. agalactiae*, com média de 38 meses de vida produtiva.

Os resultados referentes à idade de parto, produção de leite e receita líquida ajustada, por vaca, apurados pela ordem de parto, estão sumarizados na Tabela 12.

**Tabela 12.** Receita líquida e produção de leite estimada durante a vida produtiva.

Ordem de parto	Idade (em meses)	Produção de leite (em litros)	Receita líquida ajustada (R\$)
1°	28,6	6.867	486.31
2°	43,4	6.545	877.44
3°	59,3	6.350	1,230.72
4°	70,8	5.969	1,547.81
5°	83,2	4.173	1,769.03
6°	100,3	3.111	1,930.21

Observou-se que a produção de leite, em valores absolutos, foi maior na primeira lactação com redução nas lactações seguintes. Segundo diversos autores, revisados por

Norman et al. (1996), vacas com maior produção na primeira lactação são, também, as que tendem a ter maiores produções nas lactações posteriores, além de uma vida de rebanho mais longa.

A idade da vaca ao primeiro parto ocorreu aos 28,8 meses, valor semelhante ao encontrado por Jagannatha et al. (1998) e Ribeiro et al. (2003), mas inferior ao obtido por Vercesi Filho (1999) no Brasil, que foi de 36,8 meses.

A estimativa da receita líquida ajustada para qualquer fase da vida produtiva da vaca, pode ser obtida pela equação 12, ( $R^2 = 99,7$ ).

$$y = -0,1095x^2 + 38,847x - 987,28 \quad (11)$$

Onde  $y$  expressa o valor da receita líquida gerada pela vaca, em Reais (R\$); e  $x$ , a idade da vaca, em meses.

A seguir são apresentados resultados de três simulações. Na primeira, estimou-se o prejuízo pelo descarte devido à mastite, aos 68 meses, com aproveitamento da carcaça. A receita líquida obtida foi de R\$ 1.147,99 que, somados ao valor da carcaça (R\$ 660,75), totalizaram R\$ 1.808,74, e que, subtraindo o valor de uma novilha ao parto (R\$ 1.367,48), obteve-se R\$ 441,26. Ou seja, na situação deste estudo, uma vaca descartada aos 68 meses causaria um prejuízo de R\$ 441,26. Se, desta mesma vaca, não fosse aproveitada a carcaça, o prejuízo seria de R\$ 1.102,01. Em termos da simulação do fator tempo, para retorno do investimento com uma matriz, com aproveitamento de carcaça, foi de 92 meses.

As informações desta análise são relevantes para avaliar as perdas inerentes ao descarte precoce ou morte de vacas por mastite clínica, podendo também serem utilizadas para orientar o produtor para avaliação de outros agravos à saúde do sistema de produção e para outros sistemas de exploração de pecuária leiteira.

Estes resultados são similares às ponderações de Conglegon Jr. e King (1984) que recomendaram a retenção de vacas por mais de três lactações, como forma de aumentar a receita líquida anual das mesmas. Para Gill e Allaire (1976), a duração da vida de rebanho é a variável que apresenta maior impacto no lucro diário de vacas leiteiras.

A decisão do criador em descartar ou manter uma vaca baseia-se na sua expectativa sobre o desempenho deste animal e no daquele que ocupará o seu lugar. Portanto, a taxa de reposição de vacas leiteiras afeta, diretamente, a receita da empresa e o ganho genético do rebanho, em termos das características produtivas que estão sendo selecionadas. Considerando-se os investimentos feitos em alimentação, medicamentos e vacinas, instalações e mão-de-obra, quanto maior o tempo de permanência da vaca no rebanho após a primeira lactação, tanto maior será o lucro obtido com aquele animal. Por outro lado, maior será o ganho genético, quanto mais rápido for a reposição de genes do rebanho. Portanto, dos vários fatores que afetam a lucratividade da atividade leiteira, a idade do animal ao descarte é, sem dúvida, de grande relevância.

A taxa de descarte de vacas apurada, para o rebanho 'B', foi de 20%, evidenciando que, virtualmente, a cada cinco anos o rebanho é totalmente substituído. Este valor é semelhante ao relatado por Queiroz e McAllister (1996) de 19,35%, sendo 5,08% voluntário e 14,26% involuntário. Entretanto, a taxa de descarte observada situa-se abaixo da sugerida como ideal por Van Arendonk (1988) para obtenção de melhor rentabilidade. Contudo, Dürr et al. (1997) obtiveram taxas de descarte ainda maiores, de 35% a 38%, para a raça holandesa em Quebec, no Canadá. Por exercer forte impacto na lucratividade de uma propriedade, taxas de descarte elevadas influenciam negativamente a produção de leite, o fluxo de caixa e a rentabilidade final dos negócios (DIAS, 2004).

Geralmente, as vacas mais jovens são as que possuem maior potencial genético e que carregam menos problemas de saúde no rebanho, sendo mais eficientes e podendo, com isto, gerar melhor resultado econômico. Portanto, descartá-las prematuramente do rebanho por motivos forçados, pode comprometer a capacidade de geração de lucro e a rentabilidade da propriedade. Destaca-se que, fazendas com alta taxa de descarte devido a mastite, tendem também a serem propensas a apresentar outros problemas que geram custos adicionais.

#### 4.3.4 Benefícios da terapia de ataque parcial

Os resultados de três simulações dos benefícios da terapia de ataque estão discriminados na Tabela 13. Na simulação 1, em que se utilizou dados de literaturas, o retorno apurado foi de R\$ 86.246,70 por rebanho/ano. Nas simulações 2 e 3 utilizou-se o efeito da terapia na produção do rebanho 'B', com  $p=0,06$  e  $p<0,05$  sendo que o retorno foi de R\$ 47.673,31 por rebanho/ano e R\$ 19.423,45 por rebanho/ano, respectivamente.

**Tabela 13.** Resultado de simulações dos benefícios da terapia de ataque parcial e da relação custo/benefício.

Variáveis	Simulação 1	Simulação 2	Simulação 3
Pagamento por qualidade	10.620,94	10.620,94	10.620,94
Redução da perda na produção de leite	66.823,25	28.249,86	-
Redução do custo com mastite clínica	6.640,61	6.640,61	6.640,61
Redução das perdas com morte/descarte precoce	2.161,90	2.161,90	2.161,90
Total (R\$ rebanho/ano)	86.246,70	47.673,31	19.423,45
Relação custo/benefício	1 : 11,67	1 : 6,45	1 : 2,63
Benefício em equivalente litros de leite/ano	154.448	85.372	34.783

Estes valores são superiores aos relatados por Edmondson (1989) e Erskine e Eberhart (1990) que obtiveram US\$ 56.26 e US\$ 70.40 por vaca tratada/ano. Entretanto, nos dois estudos foi considerado, como benefício, apenas o bônus pago pela indústria, relativo a incentivos de qualidade. Se fosse considerado apenas este item, o valor apurado no presente estudo seria de US\$ 20,17 por vaca tratada/ano.

Nesta pesquisa, os dados disponíveis permitiram estimar apenas o bônus pago pela indústria como prêmio pela redução da CCS, apesar dos programas de pagamento pela qualidade contemplarem outros itens, numa evidência de que o valor apurado provavelmente está aquém do que poderia ser obtido pela venda de leite com melhor qualidade.

Os resultados deste estudo mostram a importância do programa de erradicação e profilaxia em relação à inserção do produtor no sistema de pagamento por qualidade das indústrias laticinistas, uma vez que o diferencial no preço do leite pode significar uma importante porcentagem sobre o lucro. Segundo Taverna (2002), as bonificações ou penalidades pela qualidade do leite, impostas pelas indústrias compradoras de leite da Argentina, têm marcada participação na renda das fazendas, podendo representar aproximadamente 15% da receita total, para mais ou para menos.

Neste contexto, também se recomenda considerar as novas normas, em curso no país que, dentre outras, estabelece o limite de 1 milhão de células somáticas/ml; reduzindo para 750 mil em 2008; e de 400 mil em 2011 (BRASIL, 2002). Como uma das características de S.

*agalactiae* é elevar de forma significativa a CCS do leite, a erradicação deste patógeno pode ser uma estratégia decisiva para reduzir este parâmetro aos níveis preconizados pela IN51/2002.

## 5 CONCLUSÕES

A estratégia da terapia de ataque parcial e do tratamento no momento da secagem associada à quarentena na entrada de animais no rebanho, a adoção de práticas adequadas na rotina de ordenha, ao monitoramento de CCS, ao controle microbiológico e ao comprometimento da equipe envolvida na execução do programa foram eficazes para erradicar e manter os rebanhos livres de *S. agalactiae*.

O programa para erradicação e profilaxia de *S. agalactiae* do rebanho reduziu a CCS do leite, a incidência de mastite clínica e de descarte/mortalidade precoce, caracterizando a importância deste patógeno na perda da qualidade do leite e no aumento do custo de produção do leite.

Os modelos matemáticos utilizados nas análises possibilitaram identificar o impacto econômico do programa de tratamento proposto.

A redução do número de casos de mastite clínica, a menor taxa de reposição de vacas devido ao descarte e mortalidade precoce e o acréscimo do valor de pagamento por qualidade geraram ganhos superiores ao valor gasto com o programa de erradicação e profilaxia de *S. agalactiae*, sendo este recomendável.

A adoção do programa de erradicação e profilaxia de *S. agalactiae* por produtores com elevada CCS pode contribuir para que estes não sejam alijados do mercado formal por não serem capazes de ofertar um produto que atenda às normas mínimas de qualidade e, assim, tenham que sair da atividade ou vender o leite na clandestinidade, gerando risco para os consumidores e perda de receita para o Governo pelo não recolhimento de impostos.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGGER, J. F. et al. Risk factors for transmission of *Streptococcus agalactiae* infection between Danish dairy herds: a case control study. **Veterinary Research**, v. 25, n. 23, p. 227-234, 1994.
- ALVARES, J. G. Pagamento de leite por sólidos. In.: ZOCCAL, R et al. (Eds.) **A inserção do Brasil no mercado internacional de lácteos**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2005. p. 129-140.
- ANDERSON, J. C. Mechanisms of Staphylococcal virulence in relation to bovine mastitis. **British Veterinary Journal**, v. 132, n. 3, p. 229-245, 1976.
- ARMENTEROS, M.; PEÑA, J. L. P. J.; LINARES, E. Caracterización de la situación de la mastitis bovina en rebaños de lechería especializada en Cuba. **Revista de Salud Animal**, v. 24, n. 2, p. 99-105, 2002.
- BALDASSI, L. et al. Etiologia da mastite subclínica na bacia leiteira de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo. **Arquivos Instituto Biológico**, v. 58, n. 1-2, p. 29-36, 1991.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. Câmbio e capitais estrangeiros, Taxas de câmbio. Disponível em: <<http://www.bancocentral.gov.br/2006>>. Acesso em: 9 Mar. 2006.
- BARBERIO, A.; RAVAROTTO, L.; TURILLI, C. Programa de luta contra a mastite bovina realizado no nordeste da Itália. **Revista Napgama**, v. 2, n. 6, p. 7-11, 1999.
- BAR-MOSHE, B. et al. A regional program for eradication of *Streptococcus agalactiae* in Israeli dairy herds. **Israel Journal of Veterinary Medicine**, v. 43, n. 3, p. 236-241, 1987.
- BARTLETT, P. C. et al. Milk production and somatic cell count in Michigan dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v. 73, n. 10, p. 2794-2800, 1990.
- BARTLETT, P. C. et al. Temporal patterns of lost milk production following clinical mastitis in a large Michigan Holstein herd. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 5, p. 1561-1572, 1991.
- BARTLETT, P. C. et al. Managerial risk factors of intramammary infection with *Streptococcus agalactiae* in dairy herds in Ohio. **American Journal of Veterinary Research**, v. 53, n. 9, p. 1715-1721, 1992.
- BEAUDEAU, F. et al. Associations between health disorders and culling of dairy cows: a review. **Livestock Production Science**, v. 35, n. 3-4, p. 213-236, 1993.
- BECK, H. S. Cost benefits analysis of bovine mastitis in the UK. **Journal of Dairy Research**, v. 59, n. 4, p. 449-460, 1992.
- BENNETT, R. M. The use of 'economic' quantitative modeling techniques in livestock health and disease-control decision making: a review. **Preventive Veterinary Medicine**. v. 13, n. 2, p. 63-76, 1992.

- BERRY, E. A. et al. Decision tree analysis to evaluate dry cow strategies under UK conditions. **Journal of Dairy Research**, v. 71, n. 4, p. 409-418, 2004.
- BIGALKE, D. The effect of high somatic cell count on the quality of dairy products. **Dairy Food Sanitation**, v. 4, n. 5, p. 67-68, 1984.
- BIGGS, A. *Streptococcus agalactiae* to blitz or not to blitz. **Cattle Practice**. v. 3, n. 4, p. 333-346, 1995.
- BLOSSER, T. H. Economic losses from and the National Research Program on mastitis in the United States. **Journal of Dairy Science**, v. 62, n. 1, p. 119-127, 1979.
- BRAMLEY, R. J.; DODD, F. H. Reviews of the progress of dairy science: mastitis control – progress and prospects. **Journal of Dairy Research**, v. 51, n. 3, p. 481-512, 1984.
- BRAMLEY, R. J. et al. **Current Concepts of Bovine Mastitis**. 4. ed. Madison: The National Mastitis Council, 1996. 64 p.
- BRANT, M. C.; FIGUEIREDO, J. B. Prevalência da mastite subclínica e perdas de produção em vacas leiteiras. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 46, n. 6, p. 595-606, 1994.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº. 51. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 15 ago. 2002. Seção 1, p.2-4.
- BRITO, J. R. F. et al. Sensibilidade e especificidade do ‘California Mastitis Test’ como recurso diagnóstico da mastite subclínica em relação à contagem de células somáticas. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 17, n. 2, p. 49-53, 1997.
- BRITO, M. A. V. P. et al. Avaliação da sensibilidade da cultura de leite do tanque para isolamento de agentes contagiosos da mastite bovina. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 18, n. 1, p. 39-44, 1998.
- BRITO, M. A. V. P et al. O. Padrão de infecção intramamária em rebanhos leiteiros: exame de todos os quartos mamários de vacas em lactação. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 51, n. 2, p. 129-135, 1999.
- CANZIANI, J. R.; GUIMARÃES, V. A. **Manual do Conseleite – Paraná**. Curitiba: Senar-PR, 2003. 109p.
- COLDEBELLA, A. et al. Contagem de células somáticas e produção de leite em vacas holandesas de alta produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 12, p. 1451-1457, 2003.
- CONGLETON JR, W. R.; KING, L. W. Profitability of dairy cow herd life. **Journal of Dairy Science**, v. 67, n. 11, p. 661-674, 1984.
- CONTADOR, C. R. **Projetos sociais: aplicação e prática**. São Paulo: Atlas, 1997. 359 p.



COSTA, C. N. et al. Efeitos da estação e idade ao parto sobre a curva de lactação de vacas da raça holandesa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 11, n. 2, p. 320-330, 1982.

COSTA, E. O. et al. Mastite subclínica: prejuízos causados e os custos de prevenção em propriedades leiteiras. **Revista Napgama**, v. 2, n. 2, p. 16-20, 1999.

COSTA, E. O. Considerações sobre programas de controle de mastite. **Revista Napgama**, v. 6, n. 2, p. 26-30, 2003.

CRAVEN, N.; ANDERSON, J. C. Phagocytosis of *Staphylococcus aureus* by bovine mammary gland macrophages and intracellular protection from antibiotic action *in vitro* and *in vivo*. **Journal of Dairy Research**, v. 51, n. 4, p. 513-523, 1984.

CRAVEN, N. Efficacy and financial value of antibiotic treatment of bovine clinical mastitis during lactation: a review. **British Veterinary Journal**, v. 143, n. 5, p. 410-422, 1987.

CRUZ, J. C. M. et al. Eficiência da blitz terapia na erradicação de *Streptococcus agalactiae* e controle de *Staphylococcus aureus* em rebanhos bovinos leiteiros. In: DÜRR, J. W.; CARVALHO, M. P.; SANTOS, M. V. (Org.) **O compromisso com a qualidade do leite no Brasil**. Passo Fundo, RS: Universidade de Passo Fundo, 2004. 331 p.

CUMMINS, K. A.; MACCASKEY, T. A. Multiple infusions of cloxacilin for treatment of mastitis during the dry period. **Journal of Dairy Science**, v. 70, n. 12, p. 2658-2665, 1987.

DEGRAVES, F. J.; FETROW, J. Economics of mastitis and mastitis control. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 9, n. 3, p. 421-434, 1993.

DEKKERS, J. C. M.; ERP, T. V.; SCHUKKEN, Y. H. Economics benefits of reducing somatic cell count under the milk quality program of Ontario. **Journal of Dairy Science**, v. 79, n. 3, p. 396-401, 1996.

DIAS, R. O. S. D. **Quanto tempo suas vacas permanecem no rebanho?** 23 dez. 2004. Disponível em <<http://www.milkpoint.com.br>>. Acesso em: 18 fev. 2006.

DIJKHUIZEN, A. A.; RENKEMA, J. A.; STELWAGEN, J. Modeling to support health control. **Agricultural Economics**, v. 5, n. 3, p. 263-277, 1991.

DIJKHUIZEN, A. A.; HUIRNE, R. B. M.; JALVINGH, A. W. Economic analysis of animal disease and their control. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 25, n. 2, p. 135-149, 1995.

DIJKHUIZEN, A. A.; HUIRNE, R. B. M.; MORRIS, R. S. Economic decision making in animal health management. In: DIJKHUIZEN, A. A.; MORRIS, R. S. (Eds.) **Animal Health Economics: principles and applications**. Sydney, Australia: University of Sydney, 1997. 317 p.

DODD, F. H. Advances in understanding mastitis: progress on control. **Journal of Dairy Science**, v. 66, n. 8, p. 1173-1180, 1983.

DOGAN, B. et al. Distribution of serotypes and antimicrobial resistance genes among *Streptococcus agalactiae* isolates from bovine and human hosts. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 43, n. 12, p. 5899-5906, 2005.

DOHOO, I. R. et al: Disease, production, and culling in Holstein-Friesian cows. 1. The data. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 1, n. 4, p. 321-334, 1983.

DOHOO, I. R.; LESLIE, K. E. Evaluation of changes in somatic cell counts as indicator of new intramammary infections. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 10, n. 3, p. 225-237, 1991.

DUARTE, R. S. et al. Distribution of antimicrobial resistance and virulence-related genes among brazilian group streptococci recovered from bovine and human sources. **Antimicrobial Agents Chemotherapy**, v. 49, n. 1, p. 97-103, 2005.

DURÃES, M. C. et al. Tendência genética para a produção de leite e de gordura em rebanhos da raça holandesa no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 1, p. 66-70, 2001.

DÜRR, J.W. et al. Phenotypic trends in herd life of Quebec Holstein herds. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. esp., p. 253, 1997.

DÜRR, J. W. Estratégias para melhoria da qualidade do leite. In: Carvalho, L. A. et al. (Org.) **Tecnologia e gestão na atividade leiteira**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, p. 89-97, 2005.

EBERHART, R. J.; HUTCHINSON, L. J.; SPENCER, S. B. Relationships of bulk tank somatic cell counts to prevalence of intramammary infection and to indices of herd production. **Journal of Food Protection**, v. 45, n. 12, p. 1125-1128, 1982.

EDMONDSON, P. W. An economic justification of 'blitz' therapy to eradicate *Streptococcus agalactiae* from dairy herd. **Veterinary Record**, v. 125, n. 24, p. 591-593, 1989.

EDMONDSON, P. W. An economic analysis and the benefits from using blitz therapy to eliminate *Streptococcus agalactiae* infection in high cell count herds. In: 3<sup>rd</sup> International Mastitis Seminar, 1995. Telaviv. **Proceedings... Telaviv: IDF**, Book II, session 4, 1995. p. 40-44.

ERSKINE, R. J. et al. Herd management and prevalence of mastitis in dairy herds with high and low somatic cell counts. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 190, n. 11, p. 1411-1416, 1987.

ERSKINE, R. J.; EBERHART, R. J. Herd benefit-to-cost and effects of a bovine mastitis control program that includes blitz treatment of *Streptococcus agalactiae*. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 196, n. 8, p. 1230-1235, 1990.

ERSKINE, R. J. et al. Trends in antibacterial susceptibility of mastitis pathogens during a seven-year period. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 5, p. 1111-1118, 2002.

- FERNANDES, J. C. T. Agentes etiológicos de mastite bovina no RS no período 1972-1989. **Arquivos da Faculdade de Veterinária da UFRGS**, v. 20, n. 1, p. 150-163, 1992.
- FETROW, J. et al. Production losses from mastitis: carry-over from the preceding lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 3, p. 833-839, 1991.
- FETROW, J. et al. Herd composite somatic cell counts: average linear score and weighted average somatic cell count score and milk production. **Journal of Dairy Science**, v. 71, n. 1, p. 257-260, 1988.
- FETROW, J. et al. Mastitis: an economic consideration. In: Proceeding Annual Meeting National Mastitis Council, 39, 2000. Verona, USA. **Proceedings ...** Verona, USA: NMC, 2000. p. 3-47
- FONSECA, L. F. L.; SANTOS, M. V. **Qualidade do leite e controle da mastite**. São Paulo: Lemos Editorial, p.176, 2000.
- FONSECA, L. F. L.; CARVALHO, M. P. **Leite, políticas & derivados**. São Paulo: Quiron Comunicações, 2004. 181p.
- FREITAS, A. F. et al. Parâmetros genéticos para produções de leite e gordura nas três primeiras lactações de vacas holandesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 709-713, 2001.
- FREITAS, M. A. R.; FARO, L. E.; GADINI, C. H. Estudo da persistência da lactação de vacas da raça holandesa. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, Juiz de Fora, 1997. **Anais ...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. 1 CDROM.
- GABRIEL, J. E. R. et al. Análise de algumas características produtivas e reprodutivas da raça holandesa. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, Botucatu, SP, 1998. **Anais ...** Botucatu, SP: SBZ, 1998. 1 CDROM.
- GILL, G. S.; ALLAIRE, F. R. Relationship of age at first calving, days open, dry and herd life to a profit function for dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 59, n. 6, p. 1131-1139, 1976.
- GILL, R. et al. Economic of mastitis control. **Journal of Dairy Science**, v. 73, n. 11, p. 3340-3348, 1990.
- GONZALES, R. N. Relationship between mastitis pathogen numbers in bulk tank milk and bovine udder infections in California dairy herds. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 189, n. 4, p. 442-445, 1986.
- GOODGER, W. J.; FERGUSON, G. Benefits and costs of a control program for an epizootic of *Staphylococcus aureus* mastitis. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 190, n. 10, p. 1284-1287, 1987.
- GRAAF, T.; DWINGER, R. H. Estimation of milk production losses due to sub-clinical mastitis in dairy cattle in Costa Rica. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 26, n. 3-4, p. 215-222, 1996.

HILLERTON, J. E. Meeting somatic cell count regulations in the EU. In: Proceeding Annual Meeting National Mastitis Council, 40, 2001. Reno, USA. **Proceedings ...** Verona, USA: NMC, 2001. p. 47-53.

HOBLET, K. H. et al. Costs associated with selected preventive practices and with episodes of clinical mastitis in nine herds with low somatic cell counts. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 199, n. 2, p. 190-196, 1991.

HOBLET, K. H.; MILLER, G. Y. Use of partial budgeting to determine the economic outcome of *Staphylococcus aureus* intramammary infection reduction strategies in three Ohio dairy herds. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 199, n. 6, p. 714-720, 1991.

HORTET, P.; SEEGER, H. Loss in milk yield and related composition changes resulting from clinical mastitis in dairy cows. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 37, n. 1-4, p. 1-20, 1998.

HORTET, P. et al. Reduction in milk yield associated with somatic cell counts up to 600.000 cells/ml in French Holsteins cows without clinical mastitis. **Livestock Production Science**, v. 61, n. 1, p. 33-42, 1999.

HOUBEN, E. H. P. et al. Short and long-term production losses and repeatability of clinical mastitis in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 9, p. 2561-2578, 1993.

HOUBEN, E. H. P. et al. Optimal replacement of mastitic cows determined by a hierarchic Markov process. **Journal of Dairy Science**, v. 77, n. 10, p. 2975-2993, 1994.

HOWE, K. S. Conceptual affinities in veterinary epidemiology and economics. **Acta Veterinaria Scandinavica**, n. 84, p. 347-349, 1988. Supplement.

HUBER, W.G. Antibacterial drug effectiveness against mastitis pathogens. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 170, n. 10, p. 1182-1184, 1977.

HUIRNE, R. B. M; DIJKHUIZEN, A. A.; Basic methods of economic analysis. In: DIJKHUIZEN, A. A; MORRIS, R. S (Eds.) **Animal Health Economics: principles and applications**. Australia: University of Sydney, 1997. 317p.

IBARRA, A. A. Sistema de pagamento de leite por qualidade: visão global. In: DÜRR, J. W.; CARVALHO, M. P.; SANTOS, M. V. (Org.) **O compromisso com a qualidade do leite no Brasil**. Passo Fundo, RS: Universidade de Passo Fundo, 2004. 331 p.

JAGANNATHA, S.; KEOWN, J. F.; Van VLECK, L. D. Estimation of relative economic value for herd life of dairy cattle from profile equations. **Journal of Dairy Science**, v. 81, n. 6, p. 1702-1708, 1998.

JANZEN, J. J. Economic losses resulting from mastitis: a review. **Journal of Dairy Science**, v. 53, n. 9, p. 1151-1161, 1970.

JONES, G. M. et al. Relationships between cell counts and milk production. **Journal of Dairy Science**, v. 67, n. 8, p. 1823-1831, 1984.

- KANEENE, J. B.; HURD, H. S. The national animal health monitoring system in Michigan. III. Cost estimates of selected dairy cattle diseases. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 8, n. 2-3, p. 127-140, 1990.
- KEEFE, G. P. *Streptococcus agalactiae* mastitis: a review. **Canadian Veterinary Journal**, v. 38, n. 7, p. 429-437, 1997.
- KEEFE, G. P.; DOHOO, I. R.; SPANGLER, E. Herd prevalence and incidence of *Streptococcus agalactiae* in the dairy industry of Prince Edward Island. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 3, p. 464-470, 1997.
- KENNEDY, B. W. et al. Heritability of somatic cell counts and its relationship with milk yield and composition in Holsteins. **Journal of Dairy Science**, v. 65, n. 5, p. 843-847, 1982.
- KIRK, J. H. Programmable calculator program for linear somatic cell scores to estimate mastitis yield losses. **Journal of Dairy Science**, v. 67, n. 2, p. 441-443, 1984.
- KIRK, J. H.; BARTLETT, P. C. Economic impact of mastitis in Michigan Holstein dairy herds using a computerized records system. **Agri-Practice**, v. 9, n. 1, p. 3-6, 1988.
- KIRK, J. H.; DEGRAVES, F; TYLER, J. Recent progress in treatment and control of mastitis in cattle. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 204, n. 8, p. 1152-1158, 1994.
- KITCHEN, B. J. Review of the progress of dairy science: bovine mastitis: milk compositional changes and related diagnostic tests. **Journal of Dairy Research**, v. 48, n. 1, p. 167-188, 1981.
- LACERDA JR., P. M. G.; ZANI NETO, L.; FREITAS, D. C. Estudos sobre mastites bovinas: I Contribuição ao estudo dos agentes etiológicos das mastites bovinas. **Revista da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de São Paulo**, v.5, n. 1, p. 55-64, 1954.
- LANGENEGGER J.; VIANI M. C. E.; BAHIA M. G. Efeito do agente etiológico da mastite subclínica sobre a produção de leite. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 1, n. 2, p. 47-52, 1981.
- LANGONI, H. et al. Etiologia e tratamento das mastites bovinas com auxílio do dimetilsulfóxido (DMSO). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 4, n. 1, p. 1-4, 1984.
- LANGONI, H. et al. Etiologia e sensibilidade bacteriana da mastite bovina subclínica. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 43, n. 6, p. 507-515, 1991.
- LAPPONI, J. C. **Modelagem financeira com Excel**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003. 361 p.
- LEHENBAUER, T. W.; OLTJEN, J. W. Dairy cow culling strategies: making economical culling decisions. **Journal of Dairy Science**, v. 81, n. 1, p. 264-271, 1998.
- LESCOURRET, F; COULON, J. B. Modeling the impact of mastitis on milk production by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 77, n. 9, p. 2289-2301, 1994.

- LIGHTNER, J. K. et al. Estimation of the costs of mastitis, using National Animal Health Monitoring System and milk somatic cell count data. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 192, n. 10, p. 1410-1413, 1988.
- LUCEY, S.; ROWLANDS, G. J. The association between clinical mastitis and milk yield in dairy cows. **Animal Production**, v. 39, n. 2, p. 165-175, 1984.
- MACNAUGHTON, G. Canadian approach to SCC regulations: the mechanics. In: Proceeding Annual Meeting National Mastitis Council, 40, 2001. Reno, USA. **Proceedings ...** Verona, USA: NMC, 2005. 1 CD-ROM.
- MARSH, W. The economics of animal health in farmed livestock at the herd level. In: Perry, B.D. (Ed.) **Economics of disease control**. Review Scientific and Technical Office International of Epizooties, v. 18, n. 2, p. 357-366, 1999.
- MARTINS, P. C. et al. Pagamento por qualidade no Brasil: motivações e obstáculos. In: DÜRR, J. W.; CARVALHO, M. P.; SANTOS, M. V. (Org.) **O compromisso com a qualidade do leite no Brasil**. Passo Fundo, RS: Universidade de Passo Fundo, 2004. 331 p.
- McDERMOTT, M. et al. Cost benefit analysis of lactation therapy with somatic cell counts as indications for treatment. **Journal of Dairy Science**, v. 66, n. 5, p. 1198-1203, 1983.
- McINERNEY, J. P. The economic analysis of livestock disease: the developing framework. **Acta Veterinary Scandinava**, v. 84, p. 66-74, 1988. Supplement.
- McINERNEY, J. P. Economics in the veterinary domain: further dimensions. In: NOORHUIZEN, J. P. T. M. (Ed.) **Application of quantitative methods in veterinary epidemiology**. Wageningen, The Netherland: Wageningen Pers, p. 335-346, 1997.
- MERL, K. et al. Determination of epidemiological relationships of *Streptococcus agalactiae* isolated from bovine mastitis. **FEMS Microbiology Letters**, v. 226, n. 1, p. 87-92, 2003.
- MHALU, F. S. Infection *Streptococcus agalactiae* in a London hospital. **Journal Clinical Pathology**, v. 29, n. 4, p. 309-312, 1976.
- MILKPOINT. **Giro Lácteo**: Itambé lança programa de pagamento por qualidade. 11 jul. 2005a. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br>>. Acesso em: 18 fev. 2006.
- MILKPOINT. **Giro Lácteo**: RS: indústria começa a pagar mais por qualidade. 4 abr. 2005b. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br>>. Acesso em: 18 fev. 2006.
- MILKPOINT. **Giro Lácteo**: DPA inicia neste mês novo sistema de pagamento por qualidade. 4 jan. 2005c. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br>>. Acesso em: 18 fev. 2006.
- MILLER, R. H. et al. The relationship of milk somatic cell count to milk yields for Holstein heifers after first calving. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 3, p. 728-733, 1993.
- MILLYS, V.; LOUHI, M.; ALI-BEHMAS, T. Comparison of Penicillin-G susceptibility testing methods of staphylococci isolated from bovine mastitis. **Journal Veterinary Medicine**, v. 39, n. 10, p. 723-731, 1992.

MORGAN, G. A.; GRIEGO, O. V.; GLOECKNER, G. **SPSS for Windows: an introduction to use and interpretation in research.** Lawrence Erlbaum Associates: New Jersey, 2001. 214p.

MORIN, D. E. et al. Economic analysis of a mastitis monitoring and control program in four dairy herds. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 202, n. 4, p. 540-548, 1993.

MORRIS, R. S. The application of economics in animal health programmers: a practical guide. In: Perry, B. D. (Ed.), **Economics of disease control.** Review Scientific and Technical Office International of Epizooties, v. 18, n. 2, p. 305-314, 1999.

MORSE, D. et al. Factors affecting days of discarded milk due to clinical mastitis and subsequent cost of discarded milk. **Journal of Dairy Science**, v. 70, n. 11, p. 2411-2418, 1987.

MOTA, A. F. et al. Curvas de lactação de vacas holandesas do rebanho do CPPSUL – EMBRAPA – Bagé – RS. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, Fortaleza, 1996. **Anais ...** Fortaleza: SBZ, 1996. p. 54-57.

NADER FILHO, A. et al. Prevalência e etiologia da mastite bovina na região de Ribeirão Preto, São Paulo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 5, n. 2, p. 53-56, 1985.

NGATEGIZE, P. K.; KANEENE, J. B. Evaluation of the economic impact of animal disease on production: a review. **Veterinary Bulletin**. v. 55, n. 3, p. 153-162, 1985.

NICKERSON, S. C.; HEALD, C. W. Histopathological response of the bovine mammary gland to experimentally induced *Staphylococcus aureus* infection. **American Journal of Veterinary Research**, v. 42, n. 8, p. 1351-1355, 1981.

NICKERSON, S. C. Bovine mammary gland: structure and function; relationship to milk production and immunity to mastitis. **Agri-Practice**, v. 15, n. 6, p. 11-18, 1994.

NICOLAU, E. S. et al. Influência da mastite subclínica estafilocócica sobre a produção láctea dos quartos afetados. **ARS Veterinária**, v. 8, n. 2, p. 118-124, 1992.

NORMAN, H. D. et al. Phenotypic relationship of yield and type scores from first lactation with herd life and profitability. **Journal of Dairy Science**, v. 79, n. 4, p. 689-701, 1996.

NORONHA, J. F. **Projetos agropecuários: administração financeira, orçamento e viabilidade econômica.** São Paulo: Atlas, 1987. 269 p.

OLIVEIRA, C. A. F.; FONSECA, L. F. L.; GERMANO, P. M. L. Fatores relacionados à produção que influenciam a qualidade do leite. **Higiene Alimentar**, n. 13, p. 10-16, 1999.

OLIVEIRA, V. M. **Avaliação técnico-econômica do controle da mastite bovina.** 1989. 65 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1989.

OLORI, V. E. et al. Fit of standard models of the lactation curve to weekly records of milk production of cows in a single herd. **Livestock Production Science**, v. 58, n. 1, p. 55-63, 1999.

OWENS, W. E.; RAY, C. H.; WASHBURN, P. J. Effect of selected antibiotics on *Staphylococcus aureus* present in milk from infected mammary glands. **Journal Veterinary Medicine**, v. 40, n. 7, p. 508-514, 1993.

PEARSON, J. K. L.; GREER, D. O.; POLLOCK, D. A. *Streptococcus agalactiae* in the smaller herd. Its incidence in relationship to somatic cell counts. **British Veterinary Journal**, v. 132, n. 6, p. 588-594, 1976.

PHILPOT, W. N.; NICKERSON, S. C. **Mastitis: Counter Attack**. Naperville: Babson Bros., 1991. 150 p.

PHILPOT, W. N.; NICKERSON, S. C. **Vencendo a luta contra a mastite**. 1 ed. Campinas: Westfalia, 2002. 192 p.

PIMPÃO, C. T. et al. Estudo dos efeitos de meio ambiente sobre as características produtivas de vacas da raça holandesa da região de Arapoti, Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 3, p. 494-500, 1997.

PINDICK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. 5 ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002. 711 p.

POLITIS, I.; NG-KWAI-HANG, K. F. Effects of Somatic Cell Count and milk composition on cheese composition and cheese making efficiency. **Journal of Dairy Science**, v. 71, n. 7, p. 1720-1727, 1988.

QUEIROZ, S.A.; McALLISTER, A. Avaliação do tipo de descarte de vacas sobre a rentabilidade de rebanhos leiteiros no estado de Kentucky. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, Fortaleza, 1996. **Anais ...** Fortaleza: SBZ, 1996. p. 459-462.

RAUBERTAS, R. F.; SHOOK, G. E. Relationship between lactation measures of somatic cell concentration and milk yield. **Journal of Dairy Science**, v. 65, n. 3, p. 419-425, 1982.

REIS, J.; SWENSSON, A. Flora estreptococcica das mammites esporádicas: revisão geral do assunto e contribuições originaes para seu conhecimento no Brasil. **Archivos do Instituto Biológico**, v. 4, p. 143-190, 1931.

REIS, S. R.; CARNEIRO, G. G.; TORRES, J. R. Alguns fatores ambientais que afetam a produção de leite de um rebanho mestiço. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 35, n. 6, p. 897-905, 1983.

REKAYA, R.; WEIGEL, K. A.; GIANOLA, D. Hierarchical nonlinear model for persistency of milk yield in the first three lactations of Holsteins. **Livestock Production Science**, v. 68, n. 2-3, p. 181-187, 2001.



RENEAU, J. K. Effective use of dairy herd improvement somatic cell counts in mastitis control. **Journal of Dairy Science**, v. 69, n. 6, p. 1708-1720, 1986.

RENEAU, J. K.; PACKARD, V. S. Monitoring mastitis, milk quality and economic losses in dairy fields. **Dairy Food and Environmental Sanitation**, v. 11, n. 1, p. 4-11, 1991.

RIBAS, N. P. et al. Pico de lactação em vacas da raça holandesa no Estado do Paraná. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, Fortaleza, 1996a. **Anais ...** Fortaleza: SBZ, 1996a. p. 6-7.

RIBAS, N. P. et al. Estudo dos efeitos de meio ambiente sobre as características produtivas de vacas da raça holandesa no Estado do Paraná. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, Fortaleza, 1996b. **Anais ...** Fortaleza: SBZ, 1996b. p. 9-11.

RIBEIRO, A. C.; McALLISTER, A.; QUEIROZ, S. A. Efeito das taxas de descarte sobre medidas econômicas de vacas leiteiras em Kentucky. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1737-1746, 2003. Suplemento.

RISCO, C. A.; DONOVAN, G. A.; HERNANDEZ, J. Clinical mastitis associated with abortion in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 8, p.1684-1689, 1999.

RUSHTON, J.; TORNTON, P. K.; OTTE, M. J. Methods of economic impact assessment. In: Perry, B. D. (Ed.) **Economics of disease control**. Review Scientific and Technical Office International of Epizooties, v. 18, n. 2, p. 315-342, 1999.

SAMPAIO, I. B. M. **Estatística aplicada à experimentação animal**. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 2002. 265p.

SANTOS, M. V. Impacto econômico da mastite bovina. **Hora Veterinária**, v. 22, n. 131, p. 31-35, 2003.

SCHEPERS, J. A.; DIJKHUIZEN, A. A. The economics of mastitis and mastitis control in dairy cattle: a critical analysis of estimates published since 1970. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 10, n. 3, p. 213-224, 1991.

SCHUKKEN, Y. H. et al. Ontario bulk milk somatic cell count reduction program. 1 - Impact on somatic cell counts and milk quality. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 12, p. 3352-3358, 1992a.

SCHUKKEN, Y. H. et al. Ontario bulk milk somatic cell count reduction program. 2 - Dynamics of bulk milk somatic cell counts. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 12, p. 3359-3366, 1992b.

SEYMOUR, E. H.; JONES, G. M.; MCGILLIARD, M. L. Effectiveness of intramammary antibiotic therapy based on somatic cell count. **Journal of Dairy Science**, v. 72, n. 4, p. 1057-1062, 1989.

SHUSTER, D.E. et al. Suppression of milk production during endotoxin-induced mastitis. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 11, p. 3763-3774, 1991.

SMITH, K. L.; TODHUNTER, D. A.; SCHOENBERGER, P. S. Environmental pathogens and intramammary infection during the dry period, **Journal of Dairy Science**, v. 68, n. 2, p. 402-417, 1985.

SMITH, L. K.; HOGAN, J. S. Milk quality: a worldwide perspective. In: Proceeding Annual Meeting National Mastitis Council, 37, 1998. St. Louis, USA. **Proceedings ...** Verona, USA: NMC, 1998. p. 3-9.

SOARES FILHO, F. Pesquisa de estreptococos de mastite, em rebanhos leiteiros. **Boletim de Indústria Animal**, v. 5, n. 4, p. 190-194, 1942.

SORDILLO, L. M.; SHAFER-WEAVER, K.; DE ROSA, D. Immunobiology of mammary gland. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 8, p. 1851-1865, 1997.

SOUZA, G. N. **Fatores de risco para mastite bovina**. 2005. 74 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

SPOMER, D. R. Bridging the gap between public health and consumer demand for high quality product. In: Proceeding Annual Meeting National Mastitis Council, 37, 1998. St. Louis, USA. **Proceedings ...** Verona, USA: NMC, 1998. p. 44-46.

STEVENSON, W. J. **Estatística aplicada à administração**. Tradução de Alfredo Alves de Faria. 1ª ed. São Paulo: Harper & Row do Brasil, 1981. 495p.

SUMANO, H.; OCAMPO, L. The pharmacological basis for the treatment of bovine mastitis: a review. **Israel Journal of Veterinary Medicine**, v. 47, p. 127-135, 1992.

TAVERNA, M. **Leche y calidad**. INTA Rafaela, Jul. 2002. Disponível em: <<http://rafaela.inta.gov.ar/revistas/ml0602.htm>>. Acesso em: 9 mar. 2006.

TEIXEIRA, N. M. et al. Fatores de ajustamento para período de serviço na raça holandesa. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, Juiz de Fora, 1997. **Anais ...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. 1 CDROM.

THIERS, F. O. et al. Comparação entre contagem de células somáticas no tanque de resfriamento e porcentagem de mastite subclínica do rebanho. **Revista Napgama**, v. 5, n. 1, p. 16-19, 2002.

THOMSON, J. R.; MOLLISON, N.; MATHEWS, K. R. A investigation of mastitis due to *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus uberis* and *Mycobacterium Smegmatis* in an dairy herd. **Veterinary Record**, v. 122, n. 12, p. 271-274, 1988.

THYSEN, I. Application of event time analysis to replacement, health, and reproduction data in dairy cattle research. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 5, n. 4, p. 239-250, 1988.

TYLER, J. W.; WILSON, R. C.; DOWLING, P. Treatment of subclinical mastitis. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 8, n. 1, p. 17-28, 1992.

VAN ARENDONK J.A.M Management guides for insemination and replacement decisions. **Journal of Dairy Science**, v. 71, n. 4, p. 1050-1057, 1988.

VERCESI FILHO, A. E. **Pesos econômicos para seleção de gado leiteiro**. 1999. 77 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1999.

WATTS, J. L. Etiological agents of bovine mastitis. **Veterinary Microbiology**, v. 16, n. 1, p. 41-46, 1988.

WEAVER, L. D; et al. Treatment of *Streptococcus agalactiae* mastitis in dairy cows: Comparative efficacies of two antibiotics preparations and factors associated with successful treatment. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 189, n. 6, p. 666-669, 1986.

WEIGLER, B. J. et al. Veterinary and non-veterinary costs of disease in 29 California dairies participating in the National Animal Health Monitoring System from 1988 to 1989. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 196, n. 12, p. 1945-1949, 1990.

WILSON, D. J.; GONZALEZ, R. N.; DAS, H. H. Bovine mastitis pathogens in New York and Pennsylvania: Prevalence and effects on somatic cell count and milk production. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 10, p. 2592-2598, 1997.

YAGAMATA, M. et al. The economic benefit of treating subclinical *Streptococcus agalactiae* mastitis in lactating cows. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 191, n.12, p. 1556-1561, 1987.

YAMAGUCHI, L. C. T et al. **Custo de Produção de Leite: abrindo a caixa preta**. Curvelo, MG: Cooperativa Agropecuária Curvelo Ltda./Embrapa Gado de Leite, 2002. 72 p.

ZADOKS, R.N. Molecular methods on dairy farms: case studies. In: MOLECULAR METHODS IN MILK QUALITY: Proceedings of a Symposium to celebrate the opening of the new Ithaca facilities of Quality Milk Production Services, 2004. Ithaca, NY. **Proceedings ...** Ithaca: Cornell University, 2004. p.31-38.

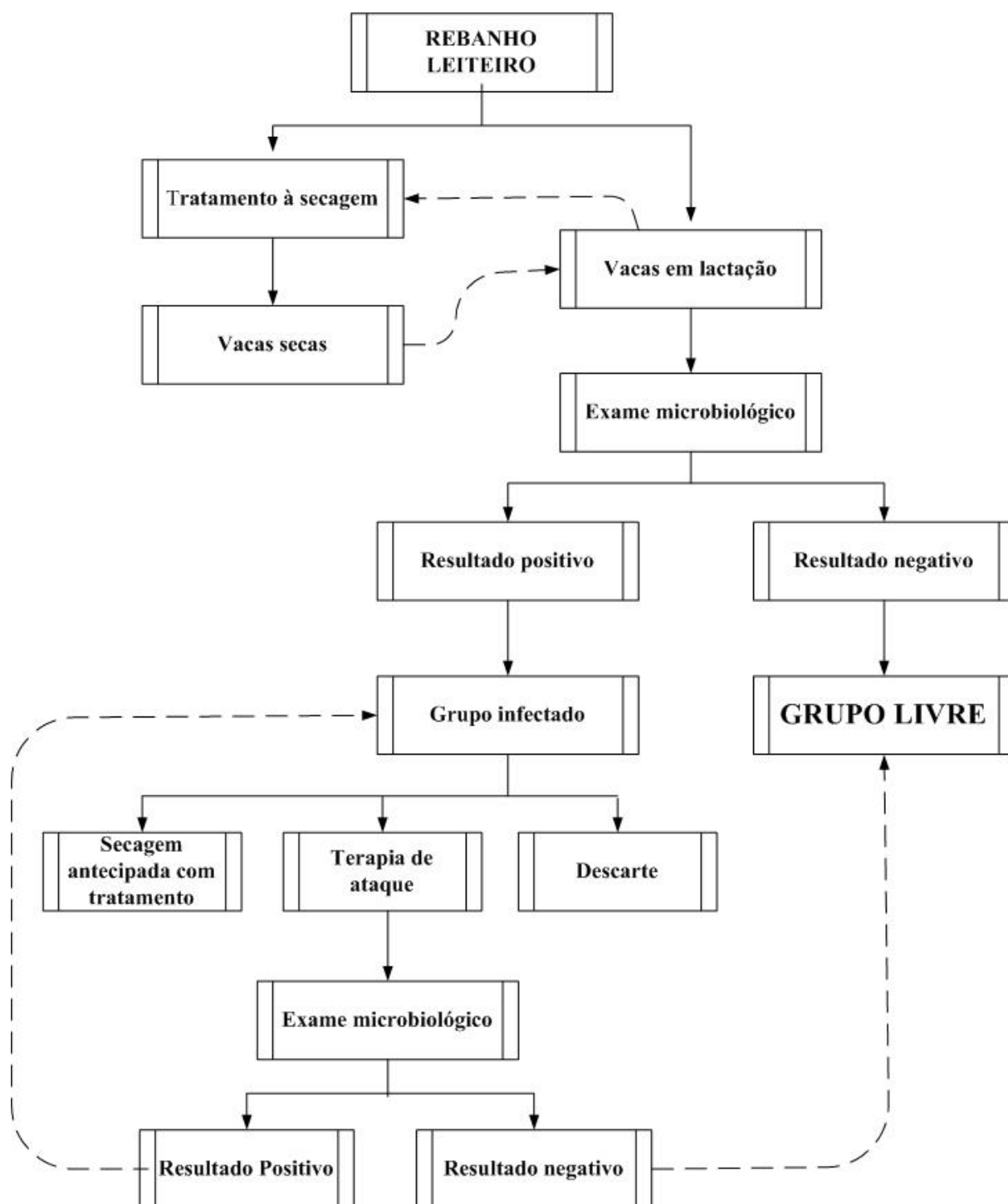
ZECCONI, A.; PICININI, R. Teoria e prática de controle de mastite por *Staphylococcus aureus*. **Revista Napgama**, v. 2, n. 5, p. 4-11, 1999.

## **7 ANEXO**

Anexo 1

59

## ANEXO I



Fluxograma da estratégia adotada no manejo das vacas para a erradicação de *S. agalactiae*, rebanho B.