



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS**

**ANÁLISE CUSTO-BENEFÍCIO DA CERTIFICAÇÃO DE  
PROPRIEDADES LIVRES DE TUBERCULOSE BOVINA**

**JOSÉ RICARDO LÔBO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONEGÓCIOS**

**BRASÍLIA/DF  
FEVEREIRO/2008**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS**

**ANÁLISE CUSTO-BENEFÍCIO DA CERTIFICAÇÃO DE PROPRIEDADES LIVRES DE  
TUBERCULOSE BOVINA**

**JOSÉ RICARDO LÔBO**

**ORIENTADOR: PROF. DR. VITOR SALVADOR PICÃO GONÇALVES**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONEGÓCIOS**

**PUBLICAÇÃO: 13/2008**

**BRASÍLIA/DF  
FEVEREIRO/2008**

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA E CATALOGAÇÃO

LÔBO, J.R. **Análise custo-benefício da certificação de propriedades livres de tuberculose bovina**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2008, 84 p. Dissertação de Mestrado.

Documento formal, autorizando reprodução desta dissertação de mestrado para empréstimo ou comercialização, exclusivamente para fins acadêmicos, foi passado pelo autor à Universidade de Brasília e acha-se arquivado na Secretaria do Programa. O autor reserva para si os outros direitos autorais de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada a fonte.

### FICHA CATALOGRÁFICA

LÔBO, José Ricardo

Análise custo-benefício da certificação de propriedades livres de tuberculose bovina/ José Ricardo Lôbo; orientação de Vitor Salvador Picão Gonçalves – 2008  
84 p.: il.

Dissertação de Mestrado - Universidade de Brasília/ Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. 2008.

1. Tuberculose. 2. Certificação. 3. Custo-benefício

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONEGÓCIOS**

**ANÁLISE CUSTO-BENEFÍCIO DA CERTIFICAÇÃO DE PROPRIEDADES LIVRES DE  
TUBERCULOSE BOVINA**

**JOSÉ RICARDO LÔBO**

**DISSERTAÇÃO DE Mestrado submetida ao  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
AGRONEGÓCIOS, COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE  
EM AGRONEGÓCIOS**

**APROVADA POR:**

---

**PROF. DR. VITOR SALVADOR PICÃO GONÇALVES, FAV-UnB  
(ORIENTADOR)**

---

**PROF. DR. JOSEMAR XAVIER DE MEDEIROS, FAV-UnB  
(EXAMINADOR INTERNO)**

---

**PROF. DR. JOSÉ SOARES FERREIRA NETO, VPS-FMVZ-USP  
(EXAMINADOR EXTERNO)**

**BRASÍLIA/DF, 28 DE FEVEREIRO DE 2008**

Dedico este trabalho à minha esposa, Graciany, aos nossos filhos Raianny e Ricardo, aos meus pais João Pena e Almerinda. À grande família que é o maior estímulo e suporte para as minhas conquistas.

## AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Vitor Salvador Picão Gonçalves, pela orientação, apoio, dedicação e incentivo à realização deste trabalho.

Ao Dr. Jorge Caetano, Dr. Jamil Souza e Dr. Guilherme Marques pela compreensão e oportunidade concedida.

Às colegas Priscilla Cremer, Daniela Lacerda e Fernanda Dórea, que tiveram participação fundamental no desenvolvimento do trabalho.

Aos amigos da Divisão de Brucelose e Tuberculose: Gabriela e Geraldo, por suas sugestões sempre pertinentes.

Ao colega Alberto, pela ajuda nas questões de informática.

Ao Dr. Júlio Machado, pela gentileza de ler o trabalho e pelas diversas sugestões à melhoria da apresentação.

À bibliotecária Neuza Arantes Silva, Coordenadora-Geral da Biblioteca Nacional de Agricultura - BINAGRI, pela habitual gentileza, atenção, e pelo grande esforço para proporcionar acesso a uma vasta lista de periódicos.

À Doutora Valéria Homem, pelas informações extremamente relevantes.

Ao economista Ricardo de Almeida Paula, colega de mestrado, pelas dicas.

Aos membros do Comitê Científico Consultivo sobre Brucelose e Tuberculose, grandes incentivadores e colaboradores em minha trajetória nessa área.

Aos responsáveis pelo PNCEBT nas superintendências do MAPA nos estados e à Dra. Mariza Koloda, da SEAB-PR, pelos dados relativos aos valores dos testes.

Ao Senhor Roberto Carvalho, da Girolando RBC, pelas dicas de fontes de consulta para obtenção dos preços praticados no comércio de animais.

À equipe do Departamento de Saúde Animal, pela grata oportunidade da convivência, pela amizade e colaboração.

Aos professores e todos os servidores do Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, pelos conhecimentos transmitidos e pelo relacionamento prestativo.

# ANÁLISE CUSTO-BENEFÍCIO DA CERTIFICAÇÃO DE PROPRIEDADES LIVRES DE TUBERCULOSE BOVINA

## RESUMO

Dentre as estratégias do Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose Animal (PNCEBT), inclui-se a certificação de propriedades livres dessas doenças, de adesão voluntária, como principal medida para a eliminação progressiva dos focos. Sabe-se que a adesão a programa sanitário desse tipo está vinculada a eventuais restrições impostas aos criadores e a estímulos econômicos que possam existir. Assim, o presente estudo teve como objetivo precípua identificar fatores econômicos que influenciam a viabilidade financeira da certificação sanitária de propriedades produtoras de leite como livres de tuberculose bovina. Foi desenvolvido um modelo de análise custo-benefício, aplicado a dois cenários de prevalência inicial de 10% e 40% de animais infectados. O estabelecimento seria de produção intensiva, com 4.500 litros de leite por vaca, boas práticas de manejo sanitário, e um rebanho de 100 animais. Simulou-se o impacto financeiro de vários fatores como o custo dos testes diagnósticos, o recebimento de valores adicionais por litro de leite dos rebanhos em certificação e a produção de leite por vaca. Concluiu-se que a Razão Benefício-Custo é muito sensível à média de produção leiteira do estabelecimento e ao recebimento de adicionais no preço do leite, sendo pouco sensível à variação dos custos dos serviços veterinários.

**Palavras-chave:** Tuberculose; certificação; custo-benefício

# COST-BENEFIT ANALYSIS OF THE ACCREDITATION OF BOVINE TUBERCULOSIS FREE HERDS

## ABSTRACT

The National Program for the Eradication of Brucellosis and Tuberculosis (PNCEBT) includes the accreditation of free bovine herds as one its main strategies, with a view to decrease the number of infected herds. The willingness of cattle producers to join such programs is usually influenced by restrictions imposed by the authorities and by economic stimulus that may be in place. The present study aimed at identifying key economic factors that may determine the financial worth of the accreditation of tuberculosis-free dairy herds. A benefit-cost model was developed and applied to two different within-herd prevalence scenarios: one starting at 10% prevalence and the other at 40%. The herd would be characterized as intensive, with a production of 4,500 liters per cow/year, with good sanitary practices and comprising 100 cows. It was simulated the financial impact of the cost of veterinary services, the introduction of surplus payments on milk and the productivity per cow. The investment model was very sensitive to the average production of milk per cow, as well as to the surplus payment on milk of accredited farms. The cost of veterinary services seems to have little impact on the overall financial viability of the accreditation program.

**Key words:** Tuberculosis; free-herd accreditation; cost-benefit analysis.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 - Prejuízos causados pela tuberculose.....	39
Figura 2.2 - Sensibilidade e especificidade do TCC, segundo alguns autores.....	56
Figura 2.3 - Função de densidade de probabilidade dos valores de sensibilidade do TCC.....	57
Figura 2.4 - Função de densidade de probabilidade dos valores de especificidade do TCC.....	58
Figura 3.1 - Modelo de simulação de testes diagnósticos em rebanhos de 100 vacas, utilizando-se planilhas Excel 2003®.....	63

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 -	Estimativas da estrutura de produção de leite do Brasil.....	53
Tabela 2.2 -	Modelo de simulação dos investimentos em testes diagnósticos.....	54
Tabela 2.3 -	Médias de preços do TCC (R\$) – por animal para um rebanho de 100 cabeças.....	59
Tabela 3.1 -	Custos e benefícios da certificação de propriedades livres de tuberculose, cenário 1, sem pagamento de adicional.....	65
Tabela 3.2 -	Custos e benefícios da certificação de propriedades livres de tuberculose, cenário 1, com pagamento de adicional de R\$ 0,02.....	66
Tabela 3.3 -	Custos e benefícios da certificação de propriedades livres de tuberculose, cenário 2, sem pagamento de adicional.....	67
Tabela 3.4 -	Custos e benefícios da certificação de propriedades livres de tuberculose, cenário 2, com pagamento de adicional de R\$ 0,02.....	68
Tabela 3.5 -	Resultado da análise custo-benefício em períodos de 5 e 10 anos, em dois cenários de prevalência e quatro diferentes adicionais ao preço do leite....	69
Tabela 3.6 -	Resultado da análise custo-benefício em 5 e 10 anos, em dois cenários de prevalência inicial, quatro valores de adicionais ao preço do leite e sem recebimento pelas vacas reagentes.....	70
Tabela 3.7 -	Resultado da análise de sensibilidade para a produção leiteira e diferentes adicionais no preço do leite, considerando o período de 5 anos.....	72
Tabela 3.8 -	Resultado da análise de sensibilidade para a produção leiteira e diferentes adicionais no preço do leite, considerando o período de 10 anos.....	72
Tabela 3.9 -	Resultado da análise de sensibilidade para o valor do teste diagnóstico, considerando o período de avaliação de 5 anos e diferentes adicionais no preço do leite.....	73
Tabela 3.10 -	Resultado da análise de sensibilidade para o valor do teste diagnóstico, considerando o período de avaliação de 10 anos e diferentes adicionais no preço do leite.....	73
Tabela 3.11 -	Resultado da análise para horizonte temporal, em dois cenários de prevalência e quatro simulações quanto ao pagamento de adicionais no preço do leite.....	74
Tabela 3.12 -	Resultado da análise para horizonte temporal, em dois cenários de prevalência, quatro diferentes adicionais no preço do leite e sem recebimento pelas vacas reagentes.....	75

## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIações

CEPEA	= Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CGCD	= Coordenação Geral de Combate a Doenças
DBT	= Divisão de Brucelose e Tuberculose
DSA	= Departamento de Saúde Animal
FAPEMIG	= Fundação de Apoio à Pesquisa em Minas Gerais
FDP	= Função de Densidade de Probabilidade
FGV	= Fundação Getúlio Vargas
IGP-DI	= Índice Geral de Preços-Disponibilidade Interna
IMA	= Instituto Mineiro de Agropecuária
IN	= Instrução Normativa
MAPA	= Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
NZ	= Nova Zelândia
OIE	= Organização Mundial de Saúde Animal
OLT	= Rebanhos Oficialmente Livres de Tuberculose
OMS	= Organização Mundial da Saúde
OPS	= Organização Pan-Americana da Saúde
PNCEBT	= Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose Animal
PPD	= Derivado Protéico Purificado
RBC	= Razão Benefício-Custo
RIMSA	= Reunião Interamericana de Saúde Animal a Nível Ministerial
SDA	= Secretaria de Defesa Agropecuária
SENASA	= Secretaria de Agricultura, Ganaderia y Pesca
TB	= Tuberculose
TCC	= Teste Cervical Comparativo
TCS	= Teste Cervical Simples
TIR	= Taxa Interna de Retorno
TPC	= Teste da Prega Caudal
UE	= União Européia
VAL	= Valor Atual Líquido
WHO	= World Health Organization

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
1.1	<b>OBJETIVOS</b> .....	16
1.1.1	Gerais.....	16
1.1.2	Específicos.....	17
1.2	<b>JUSTIFICATIVA</b> .....	17
2	<b>REFERENCIAL TEÓRICO E MÉTODO</b> .....	20
2.1	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	20
2.1.1	Programas de controle e erradicação da tuberculose.....	20
2.1.2	A tuberculose no animal e no homem.....	26
2.1.3	Diagnóstico da tuberculose.....	34
2.1.4	Impacto econômico da tuberculose.....	36
2.1.5	Economia da saúde animal.....	40
2.1.6	Sistemas de produção leiteira e o mercado de lácteos.....	45
2.2	<b>METODOLOGIA</b> .....	51
2.2.1	Método analítico.....	51
2.2.2	Modelo de rebanho utilizado.....	53
2.2.3	Custos do serviço veterinário.....	54
2.2.4	Custos com a reposição de animais.....	59
2.2.5	Valor do leite e incentivos financeiros à certificação.....	61
2.2.6	Análise de sensibilidade.....	62
3	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	63
3.1	Simulação do número de testes diagnósticos necessários para certificar o rebanho como livre de tuberculose.....	63
3.2	Custos e benefícios do processo de certificação.....	64
3.3	Influência do nível inicial de prevalência.....	69
3.4	Influência da produção leiteira por animal.....	71
3.5	Influência dos custos dos serviços veterinários.....	73
3.6	Influência do horizonte temporal.....	74
3.7	Influência do incremento no preço do leite.....	76
4	<b>CONCLUSÃO</b> .....	77
5	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	79

## 1 INTRODUÇÃO

O Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose Animal (PNCEBT) foi instituído pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) em 2001 (BRASIL, 2001). Tem como objetivos diminuir os impactos negativos dessas zoonoses na saúde humana e animal e aumentar a competitividade da pecuária nacional, promovendo e regulamentando o controle e a erradicação dessas duas importantes doenças que afetam o rebanho nacional (BRASIL, 2007). Os objetivos específicos desse programa são a redução da prevalência e da incidência de novos focos, bem como a criação de um número significativo de propriedades certificadas como livres de brucelose e tuberculose, possibilitando a oferta de produtos de baixo risco sanitário ao consumidor.

No entanto, apesar da relevância da certificação para a conquista de avanços importantes no PNCEBT e para a garantia da qualidade sanitária do leite e seus derivados, o número de propriedades certificadas ainda é pequeno. Até dezembro de 2007 havia no País 21 propriedades certificadas como livres e 124 em processo de certificação,<sup>1</sup> demonstrando que não existe ainda motivação suficiente para os pecuaristas aderirem a essa medida. Assim, justifica-se analisar os fatores econômicos que podem condicionar a adesão dos produtores de leite ao controle destas enfermidades, conforme preconizado pelo PNCEBT. O fato de existir um programa de vacinação para brucelose diminui o impacto desse problema, porém o mesmo não acontece para a tuberculose, sendo neste caso, fundamental a evolução da estratégia de certificação de propriedades livres.

Sabe-se que a adesão a um programa sanitário desse tipo está vinculada a eventuais restrições impostas aos criadores e a estímulos econômicos que possam existir. Dentre esses

---

<sup>1</sup> Dados da Divisão de Brucelose e Tuberculose/CGCD/DSA/MAPA

últimos, destacam-se os de ordem econômica. O pagamento diferenciado pelos produtos procedentes de estabelecimentos certificados, em função de sua melhor qualidade e menor risco sanitário, é uma tendência natural e, quando implantado, deverá incrementar a adesão ao Programa. A agroindústria, especialmente os estabelecimentos processadores de lácteos, pode ter papel fundamental para alavancar o interesse nas certificações de propriedades livres, e, com isso, colaborar para o avanço desse importante programa sanitário, o que beneficiará a própria indústria, os pecuaristas e os consumidores de produtos de origem animal. Números mais expressivos de propriedades interessadas no programa de certificação sanitária poderão surgir a partir de políticas privadas bem conduzidas, articuladas com políticas públicas e voltadas a estimular a adesão dos seus produtores de matéria-prima. Isso passará, certamente, pela valorização do produto certificado e por uma estratégia de divulgação e orientação aos fornecedores. Alguns laticínios já ensaiam a implantação de programas voltados à certificação das propriedades que lhes fornecem leite,<sup>2</sup> não havendo, entretanto, programa privado desse tipo em execução.

Alguns fatores como a resistência do produtor em eliminar animais reagentes, especialmente aqueles de alto valor zootécnico e financeiro, a falta de fundos de indenização que atendam aos casos de brucelose e tuberculose, a recusa de muitos frigoríficos em promover o abate sanitário, a falta de assistência veterinária permanente aos rebanhos leiteiros, a falta de cultura relativa ao controle de doenças no rebanho e o não-pagamento de preços diferenciados, são possivelmente, causas que prejudicam o andamento do processo de certificação sanitária no Brasil.

Por outro lado, o crescente nível de exigência dos consumidores, sejam eles internos, ou dos países importadores de produtos brasileiros, pode ser algo que venha a impulsionar o andamento das certificações, visto que há no mercado doméstico segmento preocupado com a

---

<sup>2</sup> Dados da Divisão de Brucelose e Tuberculose/CGCD/DSA/MAPA

qualidade sanitária dos alimentos que consome e disposta a pagar mais por produtos de menor risco. Para um País com vocação agrícola, interessado em conquistar mercados e manter os atuais parceiros comerciais, faz-se necessário buscar status sanitário que atenda à demanda dos importadores. Compradores de produtos de origem animal brasileiros como a União Européia e a Rússia já fazem exigências sanitárias relativas à brucelose e à tuberculose (COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPÉIAS, 2003; CIRCULAR DCI N° 520, 2003).

Espera-se que, no momento em que a indústria explore a certificação de propriedades livres na divulgação de seus produtos e, dessa forma, agregue valor à comercialização, o segmento processador incremente seus ganhos, com reflexos positivos na cadeia, até alcançar o produtor da matéria-prima. O consumidor também será um elo beneficiado, ao dispor de alimentos com certificação sanitária oficial na origem, algo que até pouco tempo não existia e que vem para garantir a segurança do alimento desde a fazenda até à mesa.

Ao avançar no controle e na erradicação da brucelose e da tuberculose, o Brasil certamente ganhará credibilidade perante a comunidade internacional, pois a forma com que os países lidam com doenças crônicas endêmicas, deverá ser um dos principais critérios de avaliação da qualidade dos serviços veterinários oficiais. No Brasil, como em outros países da América Latina, onde a febre aftosa está em fase avançada de erradicação, o controle da tuberculose está se tornando prioritário, devido ao seu provável impacto no comércio de animais e produtos de origem animal. Além disso, a tuberculose, tal como a brucelose, constitui fator limitante ao desenvolvimento da produção e da indústria de laticínios (LAGE *et al.*, 1998).

Considerando que a certificação de propriedades livres de brucelose e tuberculose é algo relativamente novo, é natural que ainda não existam parâmetros bem definidos pela indústria para o estabelecimento de preços diferenciados a serem pagos aos produtores de leite que venham a aderir a essa prática. Aliás, à indústria não interessa que seus fornecedores de

matéria-prima busquem isoladamente a certificação, mas, sim, que número significativo de propriedades certificadas permita a associação dessa condição sanitária aos produtos da empresa. Para estimular a adesão de seus fornecedores ao programa é provável que os laticínios tenham que estabelecer uma política de pagamento de adicionais pelo litro do leite, já a partir do momento que a propriedade adira à certificação. Da parte do produtor, não basta o recebimento de preços diferenciados, sendo necessário perceber que o valor a mais a receber por seu produto, compensará o investimento necessário para ter seu rebanho livre das doenças. Uma das condições básicas para o sucesso de um programa de preços diferenciados, é a definição de valores de bonificação que sejam minimamente atraentes ao produtor (FONSECA; CARVALHO, 2004). Um estudo sobre a cadeia de lácteos no Brasil e as restrições ao seu desenvolvimento, sugeriu a necessidade da realização de análise custo-benefício, a fim de avaliar sobre quais seriam os incentivos indicados para os produtores fazerem investimentos na melhoria da qualidade do leite produzido (VILELA *et al.*, 2001).

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Gerais:**

Identificar fatores econômicos que influenciam a viabilidade financeira da certificação sanitária de propriedades produtoras de leite como livres de tuberculose bovina.



### **1.1.2 Específicos:**

- a. Identificar os possíveis custos envolvidos no processo de certificação de propriedades livres de tuberculose bovina;
- b. Identificar os possíveis benefícios da certificação de propriedades livres de tuberculose bovina;
- c. Identificar o Ponto de Equilíbrio Temporal na Relação Custo-Benefício do processo de certificação (“Break-Even Point”);
- d. Identificar e analisar os diversos fatores que influenciam a viabilidade financeira da certificação;
- e. Auxiliar a indústria de lácteos no estabelecimento de políticas de preços diferenciados para os produtos de estabelecimentos certificados;
- f. Proporcionar informações que auxiliem os pecuaristas na tomada de decisão sobre a adesão ao processo de certificação.

## **1.2 JUSTIFICATIVA**

O presente trabalho propõe-se a levantar dados numéricos que possam mostrar a relação custo-benefício do processo de certificação de propriedades livres de tuberculose. Pretende, ainda, verificar o Ponto de Equilíbrio Temporal dessa relação, ou seja, o ponto em que os benefícios alcançam os custos “Break-Even Point”. Essas informações poderão mostrar ao produtor se a certificação sanitária de seu estabelecimento de criação será, ou não, uma opção financeiramente viável, bem como, orientar a indústria de produtos lácteos quanto aos possíveis valores a serem pagos por produtos de estabelecimentos certificados.

A análise restringiu-se à tuberculose, em razão de não existir programa de vacinação contra esta doença, sendo o saneamento de rebanhos a principal medida sanitária preconizada. Além disso, e a despeito de não serem muitos os dados disponíveis, pode-se considerar que existem mais informações sobre essa doença e o tema específico ora estudado, se comparado ao caso da brucelose. A escolha de um rebanho leiteiro como modelo justifica-se pelo fato de a tuberculose ser mais prevalente nesse sistema de produção e porque o programa de certificação foi delineado para esse tipo de produtor. Estudo realizado em Minas Gerais (BRASIL, 2006a) revelou prevalência de 0,8% de animais positivos para a doença, 5% de focos no rebanho geral (propriedades com ao menos um animal reagente) e 15% de focos quando se tratava de propriedade leiteira tecnificada (com ordenha mecânica). A maior prevalência no gado leiteiro é explicada pela importância do confinamento na difusão da doença no rebanho. As mais altas taxas de infecção se encontram nas fazendas leiteiras próximas às grandes cidades da América do Sul (ACHA; ZYFRES, 1986).

Para realizar uma análise econômica bem fundamentada, é conveniente conhecer a conjuntura do sistema de produção leiteira no Brasil. Ainda que revestida de significativa importância social e econômica, a atividade enfrenta consideráveis dificuldades, em virtude dos baixos preços historicamente pagos aos produtores. Apesar disso, a quantidade produzida vem aumentando significativamente, como consequência da redução dos custos de produção (VILELA *et al.*, 2001). Pode-se dizer que 2007 foi um ano atípico para o setor, em especial a partir do mês de julho, quando o preço pago ao produtor pelo litro do leite alcançou os valores mais altos desde janeiro de 2004, período incluído neste trabalho. A fim de não comprometer os resultados da análise, em função de conjuntura favorável não sustentável, buscou-se evitar o uso de valores desse período de melhores preços do leite. Os baixos preços do produto também podem ser percebidos como fator limitante para a adesão a programas sanitários. A adoção de medidas que impliquem gastos será sempre avaliada pelo produtor, sob o ponto de

vista de serem, ou não, compensadoras (MCINERNEY *et al.*, 1992<sup>3</sup> apud HOMEM, 2003). McInerney *et al.* defenderam que deve haver equilíbrio entre o impacto econômico gerado pela doença e os gastos necessários para seu controle e prevenção, buscando sempre um nível ótimo de intervenção. Além disso, é necessário demonstrar para o produtor a racionalidade de aderir ao programa sanitário e, para isso, os resultados de análises econômicas podem ser bastante úteis. Os economistas têm papel significativo na compreensão da importância do controle de doenças dos animais, pois podem incorporar modelos epidemiológicos apropriados de uma determinada doença, para subsidiar a gestão do processo (WOLF, 2005).

Considerando-se a manifestação clínica discreta e a evolução crônica da tuberculose bovina, o que colabora para a baixa percepção dos pecuaristas quanto aos prejuízos por ela provocados, ganha relevância a existência de estudos de análise bio-econômica relacionados ao estabelecimento de unidades epidemiológicas livres da doença. A tuberculose, como doença crônica, não apresenta sintomas alarmantes como aborto, febre alta, queda abrupta de produção, ou alta mortalidade, como as doenças de caráter agudo. Quando, por alguma razão, o criador é alertado para o problema e procura auxílio profissional, a prevalência no rebanho é geralmente alta. (BRASIL, 2006a). Porém, a existência de rebanhos infectados com prevalências baixas e sem sintomas clínicos tem impacto negativo na produtividade da pecuária leiteira e constitui um risco para a saúde pública.

---

<sup>3</sup> MCINERNEY, J.P.; HOWE, K.S.; SCHEPERS, J.A. A framework for the economic analysis of disease in farm livestock. *Preventive Veterinary Medicine*, v.13, p. 137-154, 1992

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO E MÉTODO**

### **2.1 REVISÃO DE LITERATURA**

#### **2.1.1 Programas de controle e erradicação da tuberculose**

Em abril de 1991 os Ministros da Agricultura das Américas, presentes à VII Reunião Interamericana de Saúde Animal a Nível Ministerial (RIMSA), realizada em Washington, e considerando os antecedentes históricos, a magnitude e transcendência da tuberculose bovina, a experiência acumulada em seus respectivos países na luta contra esta zoonose, e o conhecimento regional disponível para combatê-la, aprovaram por unanimidade a Resolução XI, pela qual solicitaram ao Diretor da Organização Pan-Americana da Saúde (OPS), a elaboração de um plano de ação para a erradicação da tuberculose bovina das Américas, em conjunto com os países membros (SENASA, 1994).

Como consequência da Resolução XI, a OPS convocou uma Reunião Internacional para a Erradicação da Tuberculose Bovina. Tal evento ocorreu na cidade de Saltillo, em Coahuila, México, entre os dias 18 e 20 de novembro de 1991. Participaram desta reunião, representantes de 20 países americanos e de diversos organismos e instituições, nacionais e internacionais, de cooperação técnica e investigação. Como parte dos trabalhos, foi realizada uma revisão da situação epidemiológica da enfermidade e a análise dos recursos tecnológicos disponíveis para combatê-la. Trocaram-se informações atualizadas acerca da situação em que se encontravam os programas dos países da região e foi elaborada uma proposta de plano de ação para a erradicação da tuberculose bovina das Américas. Esta proposta, uma vez aprovada

pelas respectivas autoridades nacionais, constituiria o marco para um programa regional de luta contra a enfermidade (SENASA, 1994).

Embora a tuberculose bovina seja universalmente considerada uma limitação para a produção de carne e leite, a implementação de programas de controle da doença só começou quando o risco para a saúde pública foi claramente estabelecido no início do século (GONÇALVES, 1998). Nos Estados Unidos, por exemplo, o reconhecimento de que 25% dos casos fatais de tuberculose humana se deviam ao *M. bovis*, levou as autoridades veterinárias a iniciarem um programa de erradicação da tuberculose bovina em 1917 (MOTA, 2003). No início testavam-se todos os anos 15% dos animais de cada estado. A partir de 1965 a vigilância em frigoríficos passou a ser o principal elemento do programa, pois os testes em massa não eram mais viáveis economicamente. Como resultado do programa, a prevalência de focos da doença baixou de 5% em 1917 para 0,1% em 1952 e 0,003% em 1998 (GONÇALVES, 1998). Ainda que exista grande semelhança dos programas dos dois países, enquanto o Canadá espera erradicar totalmente a TB nos próximos anos, os EUA enfrentam maiores dificuldades, devido à importação de novilhos com origem em áreas infectadas e à presença da doença em cervídeos (ESSEY & KOLER, 1994).

Vários países que implantaram, ao longo do século passado, programas de controle da tuberculose animal baseados na tuberculinização e na eliminação de animais reagentes, obtiveram redução significativa do número de animais infectados. Alguns países da Europa conseguiram a erradicação da doença em seus rebanhos. Em quase toda a Europa ocidental a prevalência da doença é inferior a 0,1% (ACHA; ZYFRES, 1986). Os países desenvolvidos, de forma geral, apresentam o controle e erradicação em fase avançada, com baixos níveis de prevalência. Já os países em desenvolvimento, onde as ações são normalmente tardias, sujeitas a uma série de dificuldades e, muitas vezes sem a necessária continuidade, a prevalência é geralmente maior. Na América Latina e no Caribe, a maior parte dos países

aplica medidas, de forma parcial ou abrangente, para controlar a tuberculose bovina. Essas medidas são baseadas no teste e sacrifício de animais positivos, notificação de suspeitas e vigilância em matadouros (KANTOR; RITACCO, 2006).

As estratégias do Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose Animal, instituído tardiamente no Brasil, especialmente se considerarmos a expressão da pecuária bovina nacional e a necessidade de investimentos e tempo para controlar e erradicar essas doenças, consistem em medidas sanitárias de adesão compulsória, como a vacinação de bezerras contra a brucelose e a exigência de testes negativos para o trânsito interestadual de animais destinados à reprodução e a eventos como feiras, leilões e exposições, associadas a medidas de adesão voluntária, que dizem respeito à certificação de propriedades livres e de propriedades monitoradas (BRASIL, 2006a). A certificação de estabelecimentos livres de brucelose e de tuberculose obedece aos princípios estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde Animal (OIE), portanto sendo aceitos e acreditados internacionalmente (OIE, 2007).

Segundo o Manual Técnico do Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose Animal (2006), na América Latina e no Caribe existem áreas onde a prevalência da tuberculose bovina ultrapassa 1% de animais positivos. Os dados de notificação oficial da doença no Brasil, no período de 1989 a 1998, indicaram uma prevalência média nacional de 1,3% de animais reagentes à tuberculina. Entretanto, são poucos os dados de estudos epidemiológicos dirigidos.

A certificação de propriedades livres de brucelose e tuberculose é vista como uma das mais importantes ferramentas do PNCEBT. O saneamento das propriedades que entram em processo de certificação deve ser realizado testando todos os animais e sacrificando os reagentes positivos. Os testes em todo o rebanho devem ser repetidos até a obtenção de três ciclos sem um único animal reagente positivo, ao longo de um período mínimo de nove

meses. Uma vez terminado o saneamento, a propriedade obtém o certificado de livre de tuberculose, fornecido pela Superintendência Federal de Agricultura no estado. Devem ser submetidos a testes de tuberculose todos os animais com idade igual ou superior a seis semanas (BRASIL, 2006a).

Na Argentina a instituição do Plano Nacional de Erradicação da Tuberculose Bovina (Resolução N° 1287/93), levou em conta as limitações impostas pela enfermidade ao setor pecuário, os prejuízos ao comércio regional e internacional, as conseqüências negativas sobre a rentabilidade da bovinocultura, sobre a qualidade das proteínas produzidas, sobre o consumo de produtos de origem animal e sobre a saúde humana (SENASA, 1994). O País está incluído, juntamente com a Bolívia, Brasil, Chile, Equador, Peru e Guiana, entre aqueles em que a prevalência da tuberculose bovina é relativamente alta, ou não informada. A tuberculose bovina no País é mais prevalente em suas bacias leiteiras (KANTOR; RITACCO, 2006).

A Turquia, com suas aspirações a integrar a União Européia, tem sido estimulada a implantar programas de controle das doenças dos animais, visto tratar-se de um dos requerimentos do Bloco. Acredita-se que a prevalência da tuberculose bovina seja baixa naquele País em função das características do mercado de animais e do sistema de produção, entretanto faltam dados epidemiológicos para dar suporte a essa tese (RUSHTON, 1995). Estima-se que a prevalência esteja abaixo de 5%, talvez em torno de 3%, embora estudos recentes tenham demonstrado que está ocorrendo aumento da tuberculose bovina nos locais onde os sistemas turcos tradicionais de produção passam por intensificação das atividades ligadas à bovinocultura. Evidências históricas em países europeus mostraram que a prevalência da doença aumenta com o desenvolvimento da indústria organizada de lácteos e a introdução de animais nos rebanhos (BARWINEK; TAYLOR, 1996).

Rushton (1995) avaliou que a falta de rebanhos certificados como livres de tuberculose na Turquia ameaçava o futuro das exportações de leite e derivados e que a legislação sanitária

turca deveria ser modificada para estimular a certificação de rebanhos livres. As normas deveriam prever incentivos no pagamento de carne e leite provenientes de rebanhos certificados, bem como, compensação pelos animais positivos eliminados de rebanhos em certificação ou certificados.

Estudo sobre as estratégias de controle da tuberculose bovina na Turquia demonstrou que a vigilância da doença em matadouros e a busca dos focos a partir desse trabalho, especialmente em situações de baixas prevalências, poderiam ser uma forma mais adequada e menos dispendiosa do que a realização de testes em massa e sacrifício de animais positivos. No entanto, esta estratégia depende da existência de um eficiente sistema de identificação e rastreamento dos animais (RUSHTON, 1995). Também no Brasil, o programa de controle da brucelose e da tuberculose foi elaborado a partir da filosofia de que não se poderia pensar numa estratégia voltada à realização de testes em massa e sacrifício de animais. Tal estratégia teria custo demasiado elevado para a dimensão do rebanho, para os níveis de prevalência encontrados e para os poucos recursos disponíveis.

Na União Européia, onde há muito tempo existem programas de controle da tuberculose, a estratégia geralmente utilizada baseia-se na realização intensiva de teste e eliminação de animais reagentes. Em razão dos obstáculos ao comércio criados pelas rigorosas regras do programa, a UE disponibilizou fundos que cobriam 50% da compensação por animal abatido e 50% dos custos da tuberculina (CAFREY, 1994<sup>4</sup> apud GONÇALVES, 1998). Também foram estabelecidas regras para a criação e manutenção de rebanhos oficialmente livres de tuberculose. Nesses rebanhos não poderiam existir sintomas clínicos da doença e todos os animais com mais de seis meses de idade deveriam apresentar dois testes negativos subsequentes de tuberculinização, com intervalo de seis meses. Para manter a certificação, os animais deveriam ser testados anualmente. Este intervalo poderia ser estendido para até quatro

---

<sup>4</sup> CAFREY J.P. Status of bovine tuberculosis eradication programmes in Europe. *Veterinary Microbiology*, v.40, p 1-4, 1994



anos, caso todos os rebanhos estivessem sob vigilância e apresentassem prevalência de infecção entre eles igual ou inferior a 0,1%, por dois períodos consecutivos (GONÇALVES, 1998). O teste utilizado para certificação deveria ser o cervical comparativo, visando evitar problemas com animais falso-positivos.

O Reino Unido só iniciou sua campanha de luta contra a tuberculose bovina em 1935, atrasada em razão de conceitos errôneos expressos por Koch em 1901, minimizando o caráter zoonótico da tuberculose bovina (PRITCHARD, 1988). Na Inglaterra e na Irlanda, onde o *M. bovis* é endêmico na população de texugo europeu (*Meles meles*), espécie protegida, que constitui um reservatório de infecção para os bovinos, a erradicação da doença tem sido muito dificultada, dada a complexidade epidemiológica e sociológica do combate à tuberculose na população de texugos. Ano a ano tem ocorrido até aumento da incidência da tuberculose em bovinos na Inglaterra. Foram 173 focos em 1990 e 1.035 em 2000 (NFBG, 2001). No Brasil, não há estudos que confirmem a influência de animais silvestres na reintrodução da doença em rebanhos bovinos.

Nova Zelândia e Austrália, dois países com serviços veterinários considerados eficientes, iniciaram programas de controle da tuberculose bovina em 1970, motivados pelo interesse em proteger a saúde pública, evitar perdas de produtividade e garantir acesso a mercados de exportação. A Austrália foi declarada livre da doença em 31 de dezembro de 1997, pois preencheu o requisito internacional de ter 99,8% dos rebanhos declarados oficialmente livres (COUSINS *et al.*, 1998), enquanto que a Nova Zelândia enfrenta dificuldades pela presença endêmica do *M. bovis* na população de gambás de cauda em escova (*Trichosurus vulpecula*), um animal exótico no País (GONÇALVES, 1998). As estratégias utilizadas nos dois países passaram pelos testes em massa para certificação de rebanhos livres, utilizando o teste da prega caudal na triagem e o teste cervical comparativo como confirmatório. O monitoramento em frigoríficos, com rastreamento dos casos confirmados em laboratório também foi

utilizado, e mesmo intensificado, até que o país atinja o status de “biologicamente livre”, isto é, oito anos após o último caso de tuberculose (GONÇALVES, 1998). Contribuíram para o sucesso dos programas australiano e neo-zelandês (TWEDDLE & LIVINGSTONE, 1994<sup>5</sup> apud GONÇALVES, 1998) a boa coordenação envolvendo as autoridades nacionais e regionais, assim como os pecuaristas e associações de criadores; o método de financiamento dos programas, com grande contribuição dos criadores, por meio de taxas de abate e de exportação (representando 50% do custo total na Austrália e 70% na NZ); a capacidade de planejamento e monitoramento dos programas; soluções para os problemas encontrados baseadas em projetos de pesquisa aplicada; e, finalmente, um eficiente sistema de identificação e informação animal (o método de identificação na cauda do animal permitiu detectar a origem de 98% dos casos positivos na inspeção em frigoríficos). Aliás, um eficiente modelo de rastreamento de focos de tuberculose a partir de achados de lesões em matadouros, não pode prescindir de um bom sistema de identificação de animais.

### **2.1.2 A tuberculose no animal e no homem**

A tuberculose é uma doença infecciosa causada por bactérias do complexo *Mycobacterium tuberculosis*, pertencentes à família Mycobacteriaceae. Trata-se de bastonetes curtos aeróbios, imóveis, não-capsulados, não-flagelados, com aspecto granular quando corados, medindo de 0,5 a 7,0 µm de comprimento por 0,3 µm de largura. A álcool-ácido resistência é sua propriedade mais característica. O complexo *M. tuberculosis* é formado pelas micobactérias *M. tuberculosis*, *M. bovis* e *M. africanum*, que são as principais causadoras da tuberculose nos mamíferos (BRASIL, 2006a) Três tipos de hospedeiros contribuíram para a perpetuação da tuberculose através dos séculos: o bovino, o homem e as aves em geral.

---

<sup>5</sup> TWEDDLE, N.E.; LIVINGSTONE, P. Bovine tuberculosis control and eradication programs in Australia and New Zealand. *Veterinary Microbiology*, v.40, p.23-39

A tuberculose causada pelo *Mycobacterium bovis* é uma zoonose de evolução crônica que acomete principalmente bovinos e bubalinos, mas que tem uma enorme variedade de hospedeiros, incluindo outros animais domésticos e selvagens, além do homem e outros primatas (O'REILLY & DABORN, 1995). Quando participa da etiologia da tuberculose humana, é denominada tuberculose zoonótica (BRASIL, 2006a). Este agente infeccioso está classificado como patógeno de risco biológico 3 para a saúde pública (OIE, 2005<sup>6</sup> apud THOEN, 2006).

Trata-se de uma das enfermidades mais importantes para a criação de bovídeos. A presença da doença representa um empecilho para o desenvolvimento da bovinocultura e uma ameaça à comercialização de animais e seus produtos entre regiões de um país ou entre países, constituindo-se causa de perdas massivas para a agropecuária e um risco à saúde da população (MARÍN *et al.*, 2006). É significativo o impacto sócio-econômico e à saúde pública (AYELE *et al.*, 2004). A doença é introduzida em um rebanho principalmente pela aquisição de animais sem a observação de critérios de sanidade e a disseminação é facilitada nos rebanhos com maior grau de tecnificação (MOTA, 2003), podendo se difundir independentemente do sexo, raça ou idade. Alguns fatores podem contribuir para que a enfermidade se propague com maior rapidez, destacando-se o manejo e instalações inadequadas e, principalmente, a estabulação em ambientes muitas vezes com pouca ventilação e espaços reduzidos, o que propicia o contato estreito e freqüente entre os animais e materiais de risco (BARWINEK; TAYLOR, 1996).

Dos aproximadamente 374 milhões de bovinos da América Latina e Caribe, 70% estão em áreas onde as taxas de infecção por *M. bovis* é superior a 1%. Os 30% restantes estão em países onde a infecção afeta menos de 1% do gado, incluindo 62 milhões de cabeças em países virtualmente livres. Os países da região podem ser classificados em três categorias, de

---

<sup>6</sup> OIE, 2005. Bovine tuberculosis. Disponível em:  
<[http://www.cfsph.iastate.edu/factsheets/pdfs/bovine\\_tuberculosis.pdf](http://www.cfsph.iastate.edu/factsheets/pdfs/bovine_tuberculosis.pdf)>. Acesso em 5 abr. 2005

acordo com prevalência de animais reagentes à tuberculinização: (i) menor que 0,1%, ou livre; (ii) entre 0,1% e 1% e (iii) maior que 1% ou desconhecido (KANTOR; RITACCO, 2006). O grupo com prevalência baixa ou nula inclui mais países do Caribe (Antigua, Bahamas, Barbados, Bermuda, Ilhas Virgens, Dominica, Granada, Guadalupe, Montserrat, Antilhas Holandesas, São Cristóvão e Nevis, Santa Lúcia, St. Vincent-Grenadines, Trinidad-Tobago, Jamaica e Cuba); da América Central (Panamá, Honduras e Belize) e da América do Sul (Colômbia, Suriname, Uruguai e Venezuela). Todos esses países detêm uma população bovina em torno de 61,6 milhões de cabeças (KANTOR; RITACCO, 2006).

O grupo de países latino-americanos e caribenhos com prevalência intermediária de tuberculose bovina inclui o México na América do Norte, o Paraguai na América do Sul, a República Dominicana no Caribe e Nicarágua, Costa Rica e El Salvador na América Central. Todos esses juntos concentram um rebanho de 47,4 milhões de cabeças (KANTOR; RITACCO, 2006).

O grupo que engloba os países de prevalência relativamente alta, ou, sobre os quais não há informações inclui o Haiti no Caribe, a Guatemala na América Central e vários países da América do Sul (Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Equador, Peru e Guiana). Nesses países existem aproximadamente 263,8 milhões de cabeças de bovinos (FAO, 2004).

A Organização Mundial de Saúde Animal (OIE, 2007) estabeleceu no Código Sanitário para Animais Terrestres os critérios para declaração de zonas e de rebanhos livres de tuberculose bovina. Para ser reconhecido livre de tuberculose o rebanho de bovinos, búfalos ou bisões deverá:

- estar em um país, zona, ou compartimento livre de tuberculose bovina e ter sido declarado livre da enfermidade por autoridade veterinária oficial, ou;
- não apresentar sinais clínicos da doença no rebanho;

- ter os animais com idade superior a seis semanas submetidos a pelo menos duas provas negativas de tuberculina, com seis meses de intervalo entre elas, sendo a primeira prova seis semanas depois da eliminação do último animal positivo;
- ter resultado negativo em prova anual para comprovar a ausência da doença (o Código da OIE estabelece que os intervalos poderão ser estendidos para 2, 3 ou 4 anos, a depender dos níveis de prevalência e do tempo de manutenção de baixas prevalências);
- somente introduzir animais de outros rebanhos livres de tuberculose bovina ou que tenham sido isolados e submetidos a duas provas com resultados negativos com seis meses de intervalo.

O tratamento monovalente da tuberculose bovina com isoniazida, associado a rigorosas medidas de higiene e de manejo sanitário, bem como sacrifício de parte do rebanho doente, pode proporcionar a redução dos índices de reatividade. Contudo, não se obteve através dessa medida a eliminação de todos os animais portadores do agente tuberculoso, mantendo assim a fonte de infecção e perpetuando a doença no rebanho (ROXO, 1996). Pode, ainda, contribuir para a geração de bactérias resistentes à isoniazida, uma das drogas habitualmente utilizadas no tratamento da tuberculose em humanos. A multirresistência ao tratamento da tuberculose já é um sério problema enfrentado pela medicina, muitos surtos epidêmicos de alta patogenicidade ocasionados por *M. tuberculosis* multidrogarresistentes tem sido registrados e, nesses casos, os pacientes infectados sofrem mortalidade elevada, não obstante o tratamento com drogas alternativas (ROSEMBERG, 2001). Em função disso, e seguindo o procedimento de teste e eliminação de animais reagentes, conduta essa, reconhecida internacionalmente, no Brasil não é permitido o tratamento da tuberculose em bovinos. O controle da tuberculose bovina é mais eficiente e mais rápido quando se utiliza o método de teste, seguido do abate dos animais reagentes, em relação ao método de tratamento com isoniazida (MOTA, 2003).

A tuberculose em humanos é um dos mais graves problemas de saúde na atualidade. No mundo cerca de 9 milhões de pessoas desenvolveram a doença em 2004 e em torno de 5.000 morreram diariamente em consequência dela (MARÍN *et al.*, 2006). A doença provoca o desenvolvimento progressivo de lesões nodulares chamadas tubérculos, que podem localizar-se em qualquer órgão ou tecido. É conhecida desde a Antigüidade, provavelmente desde a época em que os homens começaram a viver em grupos sociais compactos. Há referências a esta doença nas múmias egípcias e nos escritos de Hipócrates, Celsus e Avicena. As primeiras descrições da doença em animais foram feitas por Aristóteles (384-322 AC) (LAGE *et al.*, 1998).

Na América Latina a tuberculose humana e a bovina constituem problema de difícil solução. Brasil Peru e México são os países com a maior quantidade de casos ativos, respondendo juntos por 55% do total (MARÍN *et al.*, 2006). Utilizando como base os 2% de prevalência de casos de tuberculose por *M. bovis* encontrados em Santa Fé, na Argentina, se poderia especular que viriam a ocorrer 7.000 novos casos de tuberculose por *M. bovis* anualmente na região (KANTOR; RITACCO, 2006). Dados do Ministério da Saúde mostram que foram confirmados 904.181 casos de tuberculose humana no Brasil, no período de 1993 a 2003 (BRASIL, 2006b), entretanto, poucos são os dados sobre a prevalência do *M. bovis* em humanos no País. A tuberculose constitui uma limitação para o desenvolvimento econômico e social porque a maior parte dos casos (75%) ocorre em adultos entre os 15 e os 59 anos, i.e. a população economicamente ativa (MURRAY *et al.*, 1990). Países em desenvolvimento apresentam prevalência mais alta de tuberculose e podem ser obrigados a conviver com a doença, devido ao alto custo de um programa de controle da tuberculose bovina (MOTA, 2003).

O *M. bovis* é tão patogênico para o homem quanto o *M. tuberculosis*. As crianças são mais susceptíveis ao *M. bovis* quando consomem leite cru proveniente de vacas tuberculosas,

mesmo quando infectadas com pequeno número de bacilos (BARWINEK; TAYLOR, 1996). Dos casos de tuberculose em crianças australianas, 25% eram causados por *M. bovis* na década de 30 (WEBSTER, 1932<sup>7</sup> apud COUSINS, 1998). Os adultos mais susceptíveis ao *M. bovis* são aqueles expostos ocupacionalmente, como tratadores de rebanhos, ordenhadores e seus familiares, trabalhadores da indústria de carnes e veterinários, além de membros da comunidade rural, que vivem em íntimo contato com seus animais, infectando-se pela via aerógena ou pelo consumo de leite e produtos lácteos não fervidos ou pasteurizados (MODA *et al.*, 1996<sup>8</sup> apud ABRAHÃO, 2005). Este fato contribui para que a tuberculose bovina seja importante problema de saúde pública nos países com elevada porcentagem de população agrícola.

Entretanto, apesar da crescente urbanização, a tuberculose zoonótica continua sendo relevante, especialmente como doença ocupacional. Trabalhos publicados entre 1986 e 1995 em diversos países confirmaram certa estabilidade na sua incidência (THOEN, 2006). informações epidemiológicas sobre o impacto da tuberculose bovina na saúde humana no Brasil e na América Latina são escassas.

Nos países onde o hábito de ferver o leite prevalece, ou nos quais a maior parte do leite é pasteurizada, a incidência de *M. bovis* em seres humanos é baixa, no entanto, o problema persiste em áreas onde a prevalência de tuberculose bovina é elevada (LAGE *et al.*, 1998). Ironicamente o leite foi recomendado como tratamento da tuberculose por quase três mil anos, desde as civilizações antigas da Pérsia e Índia, até o século 19. Em vários países, fabricantes de queijos e outros produtos derivados do leite chegaram a explorar a divulgação de seus produtos como antituberculosos (ROSEMBERG, 1999). Na Argentina, onde a prevalência de tuberculose bovina é relativamente alta e o diagnóstico bacteriológico da tuberculose humana

---

<sup>7</sup> WEBSTER, R. Tuberculosis in childhood: the incidence of bovine infection in Victoria. Medical Journal of Australia, v.1, p. 315-320

<sup>8</sup> MODA, G.; DABORN, C.J.; GRANGE, J.M. *et al.* The zoonotic importance of *Mycobacterium bovis*. Tuber. Lung Dis., v. 77, 103-108, 1996

é realizado com frequência, há um bom nível de conhecimento da prevalência de *M. bovis* em humanos. Esta é mais elevada nas províncias de Buenos Aires e Santa Fé, onde se encontra a maior parte da população bovina (BARRERA & KANTOR, 1987). Apesar de redução da infecção humana por cepas bovinas na Grã Bretanha, a tuberculose desta origem continua ocorrendo naquele País (NFBG, 2001). Dados acumulados do período de 1997 a 2003, mostram que 31% dos casos reportados de tuberculose humana por *M. bovis* na Europa ocorreram no Reino Unido, um dos países membros com mais altas prevalências de tuberculose bovina (GORDEJO, 2006).

Em torno de 8% a 10% dos casos humanos de tuberculose são devidos ao bacilo bovino, nos países em que ocorre a infecção bovina (BARWINEK; TAYLOR, 1996). Magarefes e trabalhadores em fazendas leiteiras são mais frequentemente atingidos pela doença, com a infecção ocorrendo por via respiratória (KANTOR; RITACCO, 2006).

A tuberculose humana por *M. bovis* na Turquia foi associada aos riscos aos quais se expõem as pessoas ao consumirem produtos de carne e leite contaminados, em razão da grande quantidade de produtos comercializados no mercado informal e pelo contato direto com gado infectado pela bactéria. As comunidades rurais, em particular as mulheres e grupos urbanos mais pobres apresentaram maior risco para a doença. Estimou-se que entre 3% e 6% dos casos humanos de tuberculose eram causados por *M. bovis*. Aumento na prevalência de tuberculose bovina pode ter importantes implicações para a saúde humana. (RUSHTON, 1995).

O pouco conhecimento a respeito da prevalência do *M. bovis* na população humana se deve, em parte, à inexistência de um teste simples e de custo reduzido que permita fazer o diagnóstico diferencial das estirpes do complexo *M. tuberculosis* (GRANGE, 1994). Na África, uma das razões para o desconhecimento acerca da tuberculose bovina é a baixa quantidade de laboratórios capazes de diferenciar o *M. bovis* do *M. tuberculosis* e outros



membros do complexo *M. tuberculosis* (AYELE, 2004). No entanto, é sabido que a contribuição do *M. bovis* para a tuberculose humana depende de vários fatores, entre os quais a prevalência da tuberculose bovina, as condições sócio-econômicas, os hábitos alimentares, a higiene alimentar e as medidas profiláticas. Dentre as medidas preventivas da tuberculose em humanos incluem-se a eliminação da doença no gado leiteiro mediante provas de tuberculinização e sacrifício de reagentes e a pasteurização ou fervura do leite (BENENSON, 1997).

O *M. tuberculosis*, causador da tuberculose em humanos, pode também infectar bovinos e bubalinos; nesse caso, apesar da etiopatogenia autolimitada, pode provocar reação tuberculínica, o que interfere nos resultados dos testes diagnósticos em bovinos. Segundo Lage *et al.* (1998), em relação ao bovino, a infecção pelo *M. tuberculosis* causa apenas sensibilização alérgica passageira, que desaparece dentro de seis a oito meses, quando afastada a fonte de contágio. A transmissão de *M. bovis* inter-humanos é rara e de humano para animais é possível (BARWINEK; TAYLOR, 1996).

O *M. avium*, integrante do complexo MAIS, que também agrega o *M. intracellulare*, o *M. scrofulaceum* e o *M. avium subsp. Paratuberculosis* (THOREL *et al.*, 1990<sup>9</sup> apud EUZÉBY, 2008), é o agente causador da tuberculose em várias espécies de aves. Pode também gerar perdas na criação de suínos, ao provocar lesões granulomatosas nos linfonodos do trato gastro-intestinal desses animais. As micobactérias do complexo MAIS não são patogênicas para os bovinos e bubalinos, mas podem gerar transtornos com os resultados falso-positivos, em função das reações inespecíficas (BRASIL, 2006a). As infecções provocadas por essas bactérias tiveram sua importância destacada para os humanos em função do surgimento da AIDS.

---

<sup>9</sup> THOREL, M.F.; KRICHEVSKY, M.; LEVY-FREBAULT, V.V. Numerical taxonomy of Mycobactin-dependent mycobacteria, emended description of *Mycobacterium avium subsp. avium* subsp. nov., *Mycobacterium avium subsp. paratuberculosis* subsp. nov., and *Mycobacterium avium subsp. silvaticum* subsp. nov.. Int.J. Syst. Bacteriol. V. 40, p. 254-260, 1990

### 2.1.3 Diagnóstico da tuberculose

Os métodos de diagnóstico da tuberculose podem ser diretos ou indiretos. Os primeiros determinam a presença do agente etiológico, seus componentes, ou de seus produtos derivados. A bacteriologia e a histopatologia correspondem a esta categoria. Os métodos indiretos determinam a resposta do animal ao agente etiológico. Essa resposta pode ser humoral (produção de anticorpos circulantes) ou celular (mediada por linfócitos e macrófagos) (LAGE *et al.*, 1998). Os testes alérgicos de tuberculinização intradérmica em bovinos e bubalinos com idade igual ou superior a seis semanas enquadram-se nesta categoria de diagnóstico indireto e são realizados por médicos veterinários do serviço oficial de defesa sanitária animal, ou médicos veterinários do setor privado devidamente habilitados pelo MAPA (BRASIL, 2006a). Os recursos diagnósticos permitem que estágios pré-clínicos de tuberculose bovina possam ser detectados em animais vivos. A acurácia dos testes diagnósticos está relacionada à sensibilidade e especificidade, que determinam a proporção de falso-positivos e falso-negativos. Nenhum dos testes utilizados habitualmente no diagnóstico da tuberculose é perfeito, considerando-se esses aspectos (RUA-DOMENECH *et al.*, 2006).

O teste de tuberculinização intradérmica é utilizado em vários países e, em associação com o sacrifício de animais reagentes, a vigilância em matadouros e a restrição da movimentação de animais, permitiu a erradicação da doença em muitos lugares. É uma forma de diagnóstico reconhecida pela OIE (OIE, 2007). Além da tuberculinização intradérmica, são também muito utilizados a bacteriologia, a histopatologia e o diagnóstico clínico associado. Apesar dos avanços alcançados com os novos métodos de diagnóstico da tuberculose bovina, a tuberculinização ainda é considerada o método de diagnóstico padrão para detecção da tuberculose em bovinos (O'HAAGSMA, 2000<sup>10</sup> apud MOTA, 2003).

---

<sup>10</sup> O'HAAGSMA, J. Bovine tuberculosis. In: Office International des Epizooties. Manual of Standards for Diagnostics Tests and Vaccines. 4<sup>a</sup> ed. Paris. Office International des Epizooties, p. 359-370, 2000

No Brasil, o PNCEBT estabeleceu os critérios para o diagnóstico da tuberculose, que até então era feito sem muito controle, e, assim, os testes passaram a estar em sintonia com os padrões internacionais, em particular com o Código Sanitário da OIE. Os testes aceitos oficialmente para o diagnóstico da tuberculose são o Teste da Prega Caudal (TPC), Teste Cervical Simples (TCS) e Teste Cervical Comparativo (TCC). Os médicos veterinários que atuam no setor privado realizando esses exames, ou exercendo a responsabilidade técnica pela certificação de propriedades, devem necessariamente ser habilitados por portaria do MAPA (BRASIL, 2006a).

A habilitação de médicos veterinários para atuar como responsáveis técnicos pela certificação de propriedades e para execução dos testes de diagnóstico de brucelose e tuberculose, se dá após a aprovação em curso teórico-prático sobre essas doenças, em instituições de ensino ou pesquisa em medicina veterinária reconhecidas pelo MAPA para esse fim (BRASIL, 2006a).

A tuberculinização é um método diagnóstico de rotina considerado rápido, seguro e econômico, que serve para pesquisar a sensibilidade dos animais às tubérculo-proteínas específicas. O método preconizado é o da aplicação da tuberculina bovina isolada, ou associada à tuberculina aviária, aplicada via intradérmica. O local da inoculação é demarcado por tricotomia e a espessura da dobra da pele é medida com cutímetro, antes da inoculação e 72h±6h após. Os critérios de interpretação foram estabelecidos pelo PNCEBT, com base nessa diferença de espessura. A realização desses testes exige que os animais estejam identificados individualmente. São os seguintes os testes oficiais de tuberculinização intradérmica estabelecidos pelo PNCEBT:

a) Teste da Prega Caudal (TPC), empregado exclusivamente para estabelecimentos de criação especializados em pecuária de corte, como prova de triagem. É um teste qualitativo,

de fácil execução, mas que pode apresentar muitas reações inespecíficas. A sua sensibilidade é considerada menor quando comparada aos testes cervicais (OIE, 2004);

b) Teste Cervical Simples (TCS), é o teste de rotina recomendado pelo PNCEBT e atende tanto a rebanhos de corte como leiteiros. Vários autores consideram este o teste de tuberculinização com melhor sensibilidade, embora também apresente problemas de reações inespecíficas;

c) Teste Cervical Comparativo (TCC), é o teste confirmatório, utilizado em animais inconclusivos ou reagentes ao Teste Cervical Simples e ao Teste da Prega Caudal. É também recomendado como teste de rotina para estabelecimentos de criação com ocorrência de reações inespecíficas, estabelecimentos certificados como livres de tuberculose, bem como para estabelecimentos de criação de bubalinos, visando garantir boa especificidade diagnóstica (BRASIL, 2006a).

As tuberculinas autorizadas pelo PNCEBT para uso no Brasil são o PPD (Purified Protein Derivative – Derivado Protéico Purificado) bovino e aviário, produzidas segundo as normas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, sendo todas as partidas submetidas ao controle de qualidade em laboratório do MAPA e a distribuição efetuada sob o controle do serviço oficial de defesa sanitária animal.

#### **2.1.4 Impacto econômico da tuberculose**

A tarefa de avaliar o impacto de uma determinada doença é sempre árdua, porque seus efeitos nem sempre são óbvios e pronunciados, são influenciados por diversos fatores como manejo, ambiente e outros, tem uma dimensão temporal que acrescenta complexidade para avaliação de seus estágios ao longo do tempo e pelo fato de que pode se manifestar em meio a

outras doenças (NGATEGIZE; KANEENE, 1985<sup>11</sup> apud HOMEM, 2003). Os dados das estimativas de perdas econômicas provocadas por doenças devem ser analisados com muita cautela, pois os métodos empregados nos estudos não são iguais e podem ter sido realizados em épocas distintas, em países com realidades e efetivos diversos, desaconselhando uma comparação direta (PAULIN; FERREIRA NETO, 2003).

Embora as doenças no homem também impliquem prejuízos, pois os indivíduos acometidos deixam de trabalhar e têm de ser tratados por períodos relativamente longos, esses custos raramente são calculados (BENNETT, 1992<sup>12</sup> apud HOMEM, 2003). Na literatura, os estudos de quantificação do impacto econômico da tuberculose praticamente restringem-se às populações animais (HOMEM, 2003).

A tuberculose bovina é importante não somente por constituir uma fonte de infecção para o homem, mas também pelas perdas econômicas que ocasiona (ACHA; ZYFRES, 1986). A doença compromete a plena produção de leite e carne, compromete os índices de produtividade e ocasiona perda de prestígio dos rebanhos acometidos, acabando por tornar seus produtos sujeitos a restrições comerciais de ordem sanitária, com diminuição da competitividade, inclusive no comércio internacional. O programa de controle de doenças dos animais deve ser visto não como uma operação isolada, mas como um instrumento que pode contribuir para a melhoria da infra-estrutura, da economia e promoção do desenvolvimento rural do País (WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO, 1982<sup>13</sup> apud HOMEM, 2003).

Poucas são as pesquisas no Brasil tratando dos aspectos econômicos relacionados à tuberculose por *M. bovis*. A realização de estudos que avaliem as possíveis vantagens

---

<sup>11</sup> NGATEGIZE, P.K.; KANEENE, J.B. Evaluation of the economic impact of animal diseases on production: a review. *Veterinary Bulletin*, v. 55, p. 153-162, 1985

<sup>12</sup> 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, p. 63-76, 1992.

<sup>13</sup> WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. Bacterial and viral zoonosis. Technical Report Series, n. 682, 146 p., 1982.

econômicas e a viabilidade do processo de certificação poderá fornecer subsídios à tomada de decisão.

No Reino Unido, onde apenas 0,01% dos casos diagnosticados de Tuberculose Humana em 1995 foram atribuídos ao *M. bovis*, e menos de 0,5% de rebanhos bovinos estavam infectados, os gastos do Ministério da Agricultura com o programa de TB totalizaram, na década de 1980, quase US\$ 30 milhões por ano (KREBS *et al.*, 1997<sup>14</sup> apud LAGE *et al.*, 1998).

De acordo com dados obtidos na Argentina, as perdas econômicas causadas pela tuberculose nos bovinos decorrem da diminuição da produção de leite (10 a 18%), pela diminuição do número e duração das lactações, em comparação com animais sadios (KANTOR, 1994<sup>15</sup> apud HOMEM, 2003), diminuição da vida produtiva, maiores custos de reposição, perdas por condenações parciais ou totais das carcaças em matadouros (5%), diminuição da taxa de conversão alimentar (15%) e diminuição da taxa de fertilidade das fêmeas (BARWINEK; TAYLOR, 1996). Barwinek relatou que os custos anuais impostos ao setor leiteiro turco, assumindo as taxas de prevalência de tuberculose de 2%, 5% e 10% seriam, respectivamente, de 6,5 milhões, 16,3 milhões e 32,7 milhões de Dólares Americanos; 65% desses custos seriam devidos à perda na produção de leite, 28% à redução da vida produtiva e 7% à redução da natalidade. As perdas anuais totais nas fazendas leiteiras foram estimadas em US\$ 69 por vaca. Homem (2003) resumiu os prejuízos causados pela tuberculose bovina, conforme apresentado na Figura 2.1.

---

<sup>14</sup> KREBS, J. R. and the Independent Scientific Review Group, 1997. Bovine Tuberculosis in Cattle and Badgers. Report to the Rt Hon Dr Jack Cunningham MP. MAFF.

<sup>15</sup> KANTOR, I.N.; RITACCO, V. Bovine tuberculosis in Latin America and the Caribbean current status, control and eradication programs. *Veterinary Microbiology*, v. 40, n. 1-2, p. 5-14, 1994

Natureza	Perda	Fonte
Redução da Produção de leite	10% a 18%	Barwinek; Taylor, 1996; Nader: Husberg, 1988 <sup>6</sup> apud Kantor; Ritacco, 1994 p. 6
Diminuição da conversão alimentar	20%	Barwinek; Taylor, 1996
Redução de nascimentos	5%	Barwinek; Taylor, 1996; Bernués <i>et al.</i> , 1997
Mortalidade peri-natal de bezerros	1%	Barwinek; Taylor, 1996

<sup>6</sup>: NADER, A.; HUSBERG. H. Estimación de pérdidas de producción por tuberculosis bovina em um rodeo lechero. Revista de Medicina Veterinária de Buenos Aires, v. 69. p. 36-43, 1988

Figura 2.1. Prejuízos causados pela tuberculose. Fonte: Homem (2003)

Em 1986, os EUA calcularam que os benefícios econômicos decorrentes do programa de erradicação da tuberculose bovina poderiam chegar a US\$ 300 milhões ao ano (FERREIRA NETO; BERNARDI, 1997<sup>16</sup> apud HOMEM, 2003). Uma análise custo-benefício realizada nos EUA calculou que a Razão Benefício-Custo do programa de erradicação da tuberculose no País estava entre 1 e 4 (KRYDER; ROSWURM, 1969<sup>17</sup> apud BARWINEK; TAYLOR, 1996).

Homem (2003) buscou demonstrar em sua tese de doutorado o impacto econômico anual produzido pela tuberculose bovina no município de Pirassununga-SP, tendo encontrado resultados da ordem de R\$ 192.500,00 a R\$ 430.252,00, considerando-se os limites inferior e superior do intervalo de confiança da prevalência da doença. No mesmo estudo, o custo para obtenção do certificado de propriedade livre, para estabelecimentos entre 15 e 50 cabeças a serem testadas e, considerando-se quatro condições sanitárias iniciais possíveis, variou de R\$ 389,52 a R\$ 8.348,31.

<sup>16</sup> FERREIRA NETO, J.S.; BERNARDI, F. O controle da tuberculose bovina. Higiene Alimentar, v. 11, p. 9-13, 1997

<sup>17</sup> Kryder and Roswurm, 1969, cited by Beal, V. C. Jr., Animal health economics with emphasis on mathematical modeling of animal disease change, Bull. Off. Int. Epiz., 1981, 93: 5-6, 893-902

Avaliação sócio-econômica da tuberculose bovina na Turquia estimou que os custos com o tratamento de humanos acometidos pela doença ficariam, para os novos casos, em US\$ 250 por pessoa, com 30% de hospitalização e 10,5 meses de duração, enquanto que para os casos resistentes ficariam em US\$ 4.000 por pessoa, com 100% de hospitalização e 10,5 meses de duração. Já para o tratamento de pessoas contato, os custos seriam de US\$ 75 por pessoa, não haveria hospitalização e duração seria de três meses. Em média, haveria quatro contatos para cada caso de tuberculose (RUSHTON, 1995). Aproximadamente 10% dos 23.600 casos de tuberculose por ano na Turquia seriam devidos ao *M. bovis* e os custos anuais diretos seriam da ordem de 9 milhões de dólares.

#### **2.1.5 Economia da saúde animal**

A tradicional separação entre sanidade animal e produção vem diminuindo nas últimas décadas. O procedimento tradicional de olhar as questões sanitárias unicamente do ponto de vista biológico mudou no sentido de considerar a saúde animal como elemento do processo produtivo. A tendência é de abordar os aspectos biológicos, produtivos e sócio-econômicos de forma integrada, a fim de otimizar o sistema de produção. Mais ênfase está sendo dada aos detalhes do sistema de gestão, alterando várias facetas da gestão estratégica, em resposta aos dados de monitorização obtidos a partir de uma fazenda. Na área da saúde esta tendência levou à ênfase nas doenças sub-clínicas e sua interação com a gestão, especialmente a partir do momento que as doenças agudas foram controladas. Ao lidar com questões de saúde animal em empresas pecuárias, a avaliação econômica tornou-se cada vez mais importante (DJIKHUIZEN & MORRIS, 1997).

Os efeitos das doenças de caráter crônico são muito mais sutis do que os das doenças epidêmicas - onde a influência econômica de curto prazo é óbvia. Antes que seja possível



desenvolver técnicas apropriadas para melhorar a eficiência econômica de um estabelecimento pecuário, por meio de métodos de gestão da saúde animal, é primeiramente necessário definir as formas pelas quais uma determinada doença reduz a eficiência produtiva do rebanho. Ao longo dos anos, desde os primeiros trabalhos em economia da saúde animal, tornou-se evidente, a partir de vários estudos, que medidas tipicamente de sanidade animal elevavam o retorno econômico para o pecuarista, embora haja exceções a essa generalização. (DIKHUIZEN & MORRIS, 1997).

De acordo com a Organização Mundial de Saúde Animal (OIE, 1999) a economia está cada vez mais presente, por diversas razões, em todas as facetas da luta contra as enfermidades animais, em todos os âmbitos da sociedade e em qualquer lugar do mundo. A incorporação da economia à gestão e controle de enfermidades encontrou sua máxima expressão no mundo industrializado, sobretudo nos sistemas intensivos de avicultura, suinocultura e pecuária leiteira. Esses setores incorporaram ao uso cotidiano ferramentas de ajuda à tomada de decisão, mediante análise econômica. Com isso, ganharam sensivelmente em termos de produtividade.

Considerando que os recursos financeiros para controle de uma doença são sempre limitados e que vários graus de controle são possíveis, torna-se necessário definir o nível de controle economicamente ideal, para que o processo como um todo ganhe racionalidade financeira. Esse processo deve levar em conta a situação epidemiológica das doenças, os fatores sócio-econômicos envolvidos e os recursos disponíveis. Embora esse raciocínio seja bastante óbvio, somente a partir do final da década de 1960 os programas de controle de doenças passaram a considerar a relação custo-benefício das ações para a tomada de decisão sanitária. Os estudos econômicos passaram a ser parte integrante de muitas investigações epidemiológicas e parâmetro para as tomadas de decisão (MARTIN *et al.*, 1994; THRUSFIELD, 1995). A análise econômica deve ser vista como um instrumento que provê

informações adicionais, para auxiliar no processo de tomada de decisão, e não num instrumento definitivo (HOMEM, 2003). Por exemplo, a fim de estabelecer o nível de prioridade que as autoridades veterinárias deveriam atribuir ao controle ou erradicação de diferentes enfermidades dos animais de produção, os custos sócio-econômicos de cada doença deveriam ser estimados e uma análise custo-benefício deveria ser realizada para diferentes intervenções e estratégias (BARWINEK; TAYLOR, 1996).

A análise econômica em sanidade animal também pode ser bastante útil na racionalização das decisões nos países em desenvolvimento, considerando-se os poucos recursos disponíveis e a necessidade de estabelecer prioridades nos gastos públicos (OIE, 1999). Ainda tratando-se de países em desenvolvimento, a OIE avaliou que para assegurar o financiamento de novos programas de controle ou de erradicação de enfermidades seria necessário quantificar os benefícios que esses programas poderiam trazer aos diferentes beneficiários e ao conjunto da sociedade e compará-los com os frutos que a sociedade poderia obter de outros investimentos, visto que os provedores de fundos e os organismos internacionais privilegiam as iniciativas que contribuam para aliviar a pobreza e garantam uma proteção alimentar sustentável. Os custos de implantação de um programa sanitário no Brasil são elevados, assim, o conhecimento da situação epidemiológica da doença é de extrema importância quando se pretende implementar medidas de erradicação, pois permite escolher as melhores estratégias, bem como, acompanhar o andamento do programa e julgar racionalmente a necessidade de promover correções, evitando o desperdício de tempo e recursos (DIAS, 2004).

A OMS recomenda a análise econômica dos efeitos das doenças, inclusive no homem, seus custos para as sociedades e comunidades com diferentes níveis sócio-econômicos, visando à obtenção de informações que permitam uma análise custo-benefício para os programas de controle (WHO, 1982 apud HOMEM, 2003). A experiência mostra que em

alguns países sem uma adequada avaliação das conseqüências econômicas e sociais, inclusive sua participação na taxa de mortalidade, muitas zoonoses têm poucas chances de ser consideradas doenças prioritárias pelas autoridades políticas, não recebendo, portanto, a adequada atenção dos programas oficiais. As análises econômicas são, nesse momento, importantes para motivar as autoridades a iniciarem ou fortalecerem o controle dessas doenças (MARTIN *et al.*, 1994)

Análise custo-benefício de programas de erradicação da brucelose e da tuberculose na Espanha, considerando apenas os efeitos das doenças sobre a saúde animal e a produção, verificou que a prevalência inicial das doenças teve grande influência sobre a eficiência econômica dos programas estudados (BERNUÉS *et al.*, 1997). Essa menor eficiência estava relacionada à dificuldade em obter benefícios líquidos positivos, em virtude da compensação paga pelo abate de animais positivos. O programa de tuberculose, particularmente, gerou retorno relativamente pequeno para a saúde animal e para a produção, falhando, com isso, na geração de resultados econômicos positivos. Os benefícios à saúde pública não foram considerados.

A pesquisa realizada por Bernués *et al.* considerou como custos do programa de tuberculose, do ponto de vista da autoridade oficial responsável pela erradicação da doença, a indenização pelo abate de animais positivos, a mão-de-obra veterinária, os materiais utilizados e os custos administrativos. Como benefícios foram relacionados redução de perda na produção de carne, assumida em 10%, na produção de leite, em 12%, redução da infertilidade e das perdas pela condenação de carcaças.

Embora a estratégia de testes em massa e eliminação de animais reagentes seja muito eficaz para a redução da prevalência da tuberculose bovina, a análise custo-benefício turca mostrou que, sem indenização pelo sacrifício compulsório de animais reagentes, essa estratégia seria extremamente cara. Os custos no período analisado de 25 anos seriam

superiores a 1 bilhão de dólares, descontado o valor atual. O montante exato dos potenciais benefícios da estratégia dependeriam do possível desenvolvimento futuro de casos não identificados da doença, mas estariam entre 160 milhões e 310 milhões de dólares (BARWINEK, 1996). Segundo Barwinek, a erradicação da tuberculose utilizando-se testes em massa e eliminação de reagentes só foi economicamente favorável quando as potenciais perdas inerentes à eliminação dos animais positivos foram compensadas pelo processamento da carne desses animais e, sempre que possível, com a destinação das carcaças para consumo normal. Esta estratégia seria preferível, não só pela redução nos custos, mas também pela redução no desperdício de proteína animal.

Na avaliação dos benefícios econômicos do controle de enfermidades dos animais, é necessário considerar, não só a diferença de produtividade entre as situações com e sem doença, mas também as mudanças na produtividade que se seguem à eliminação da doença de um dos animais afetados (DIJKHUIZEN & MORRIS, 1997). A tuberculose bovina é considerada a mais importante zoonose a ser controlada no interesse da indústria pecuária e da saúde pública e pode ser usada como exemplo de abordagem para outras importantes doenças da pecuária (BARWINEK; TAYLOR, 1996).

A prática antiga de avaliar o custo das doenças era falha, e cedeu lugar atualmente a análises economicamente sólidas, que estimam os benefícios econômicos das medidas de controle (SCHEPERS & DIJKHUIZEN, 1991<sup>18</sup> apud DIJKHUIZEN & MORRIS, 1997). Muitos desses estudos foram publicados nos últimos anos e há bons modelos para análise dos mais importantes tipos de doenças. Tais estudos terão o maior realismo e relevância prática se realizados a campo, nas fazendas. A abordagem mais simples consiste em comparar as alternativas de programas de controle dentro de explorações, desde que estas sejam epidemiologicamente sólidas, particularmente para aquela doença específica. O ideal é que

---

<sup>18</sup> Schepers, J.A. & Dijkhuizen, A.A., 1991. The economics of mastitis control in dairy cattle: a critical analysis of estimates published since 1970. Preventive Veterinary Medicine 10: 213-224

um certo número de explorações seja incluído em tais estudos, para obter estimativas das variações nos resultados entre explorações. Em alguns casos, pode ser necessário realizar uma comparação isolada entre as explorações, porque a fazenda é a menor unidade experimental viável. Isto é muito prático, mas, exige grande número de explorações, devido à amplitude de variação dos fatores incontrolados entre elas (DJIKHUIZEN & MORRIS, 1997).

Há técnicas econômicas padronizadas que devem ser utilizadas para descrever e resumir os resultados de estudos econômicos. As mais comuns são o orçamento parcial, a análise custo-benefício e a análise de decisão. O foco dos estudos econômicos deve estar em estimar o benefício de uma ação contra uma doença, e não apenas sobre o impacto econômico da presença de uma doença. Embora não seja possível obter todos os dados econômicos desejados para cada doença, os estudos experimentais podem ser agora complementados e ampliados com outras abordagens analíticas, das quais, a modelagem de computador está entre as mais úteis. É igualmente necessário, nos casos em que a oportunidade é um elemento importante na epidemiologia da doença, incluir uma avaliação do risco de cada um dos cursos alternativos da ação em estudos econômicos (DJIKHUIZEN & MORRIS, 1997).

### **2.1.6 Sistemas de produção leiteira e o mercado de lácteos**

O Brasil é o sexto produtor mundial de leite e, possivelmente, o quinto produtor comercial do produto. No período de 1995 a 2004, o País apresentou a maior taxa anual de crescimento da produção entre os maiores produtores do mundo, 73% maior do que a norte-americana. Nesse mesmo período as produções da Rússia, Alemanha e França tiveram taxas negativas de crescimento. Por outro lado, em 2004 a produtividade dos EUA foi de 8.703 litros/vaca/ano, enquanto a do Brasil ficou em 1.534 litros/vaca/ano (SEBRAE-MG, 2006). Com esses dados da produtividade brasileira e a evolução ocorrida nesse campo nos últimos

anos, há grandes perspectivas a respeito do potencial do País para aumentá-la substancialmente e, em conseqüência, também ampliar ainda mais a produção.

O crescimento dos últimos anos na produção leiteira do Brasil é bastante expressivo, superior às taxas de crescimento da demanda (VILELA *et al.*, 2001) e superior ao crescimento da população, pois, enquanto de 1990 a 2004 a produção de leite cresceu 3,38% ao ano, a população brasileira cresceu apenas 1,56% ao ano (SEBRAE-MG, 2006). Apesar disso, vários são os problemas enfrentados pelo setor. A pulverização em centenas de milhares de produtores, paralelamente a uma concentração cada vez maior da captação, a crescente importância do setor de varejo e o quase monopólio do setor de embalagens cartonadas, são alguns desses problemas, em um cenário desfavorável a quem produz (FONSECA; CARVALHO, 2004).

Estudo direcionado ao diagnóstico da pecuária leiteira do Estado de Minas Gerais (SEBRAE-MG, 1996), apontou que houve no Brasil grandes investimentos da indústria laticinista. Em 1994 foram investidos 250 milhões de dólares, sendo 48% desses investimentos de indústrias multinacionais. Em grande medida isso se deveu à menor produção de leite na Europa e à percepção do potencial do mercado brasileiro. O mesmo estudo avaliou que aspectos como a maior abertura comercial em relação ao mercado internacional, a menor intervenção do Governo Brasileiro na economia, o processo de urbanização, a mudança dos instrumentos de política agrícola, o avanço da agroindústria e a concentração dos processos de produção e industrialização, foram àquela época os principais componentes do cenário que interferiram no sucesso ou fracasso da produção de leite.

Para poder vislumbrar um melhor cenário, o setor precisa garantir mercado para o produto. Isso certamente exigirá qualidade, que, por sua vez, também está relacionada ao controle sanitário do rebanho. Com relação a esse aspecto, a Embrapa (ASSIS *et al.*, 2005), desenvolveu trabalho voltado à caracterização dos sistemas produtivos, contemplando

também o item controle sanitário dos rebanhos leiteiros. O estudo mostrou que no sistema extensivo o controle sanitário é precário e geralmente inexistente. O risco de disseminação de doenças infecciosas é elevado. No sistema semi-extensivo é melhor, mas ainda pode ser considerado precário, com algum risco de disseminação de doenças. Os produtores são pouco mais esclarecidos nesse grupo, mas ainda não consideram a sanidade como fator importante e não há assistência veterinária permanente. No sistema intensivo a pasto, utilizado como modelo neste trabalho, há melhores cuidados sanitários e assistência veterinária permanente, o risco de disseminação de doenças é menor do que nos sistemas anteriores. O sistema intensivo em confinamento possui assistência veterinária permanente e controle sanitário rigoroso. O risco de disseminação de doenças por meio da comercialização de animais é muito menor do que nos outros sistemas.

Trabalho intitulado “Leite no Mundo e as Chances do Produtor Brasileiro” (STOCK *et al.*, 2005), realizado com o apoio da FAPEMIG e apresentado na 42ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia – A Produção Animal e o Foco do Agronegócio, procurou abordar o avanço conquistado pelo Brasil nos últimos anos em termos do incremento na produção leiteira, do potencial que o País ainda tem para crescer nessa atividade e das vantagens competitivas em comparação com outros países.

Os autores avaliaram que, embora o Brasil tenha dado provas de que é possível passar de importador de lácteos a exportador desses produtos e, com isso, ampliar mercados, por outro lado, o otimismo exagerado pode conduzir a resultados negativos, caso novos mercados não sejam abertos. Os preços do leite, que no Brasil já não são bons, certamente cairão ainda mais, se o aumento sucessivo na produção não for acompanhado proporcionalmente do aumento da demanda.

O diferencial de qualidade deve ser de alguma forma recompensado. O pagamento pela qualidade do leite deve ser um programa estabelecido por iniciativa da indústria privada de

laticínios, que, avaliando a necessidade de ter uma matéria-prima de melhor qualidade, decide pagar bonificações aos produtores que fornecerem o produto com esse diferencial. Em razão da grande quantidade de pequenos produtores no Brasil e da disputa dos grandes fornecedores pelas indústrias, já ocorre o pagamento de bonificação pelo volume de produção, o que pode resultar num aumento superior a 30% no preço ao produtor (FONSECA; CARVALHO, 2004). O pagamento de preços diferenciados no Brasil, por volume e qualidade do leite, tem estimulado a concentração da produção e a melhoria da qualidade do produto (VILELA *et al.*, 2001). A partir dos anos 90, gradativamente, as indústrias de lácteos iniciaram programas de pagamento pela qualidade do leite, tendo por base as provas de redutase, crioscopia e contagem de microorganismos aeróbios mesófilos. De forma isolada, os pagamentos por qualidade incluíram a contagem de células somáticas. Mas, as cooperativas de laticínios têm privilegiado a quantidade de leite, em detrimento da qualidade (MULLER, 2002).

A análise comparativa dos sistemas de produção do Brasil com os de outros países conduzida por Stock *et al.* teve por objetivo identificar aspectos regionais, políticos, comerciais e tecnológicos determinantes da competitividade, bem como o espaço que pode ser vislumbrado para o produtor brasileiro no contexto global da produção. Procedeu-se, também, à identificação dos sistemas de produção típicos nas diferentes regiões do mundo, com metodologia padrão, que permitiu incorporar as diferenças regionais e culturais dentro de critérios comuns na estrutura de mercado.

Os países foram classificados em seis grupos de acordo com os sistemas de produção:

- Israel, Estados Unidos e Canadá;
- Dinamarca, Suécia e Noruega;
- Inglaterra, Holanda, França, Alemanha, Espanha e Suíça;
- República Tcheca, Estônia, Hungria e Polônia;
- China, Índia e Paquistão;



- Nova Zelândia, Austrália, Argentina, Chile e Brasil

Avaliaram-se inicialmente os principais contrastes regionais, depois foram observadas as diferenças entre os sistemas de produção, custos de produção e preço ao produtor. Finalmente, buscou-se analisar o perfil e as principais tendências em relação aos preços pagos ao produtor. Os valores monetários foram convertidos em Dólar americano pela taxa média anual do câmbio de cada país.

Observou-se que em países desenvolvidos a produção manteve-se estável, com redução do número de fazendas. Nos países em desenvolvimento ocorreu aumento significativo da produção, com aumento do número de fazendas. As regiões foram classificadas em três grupos, segundo os níveis de crescimento da produção:

- produção declinante – remanescentes da ex-União Soviética e Leste Europeu;
- produção estacionada – países com sistema de quotas, União Européia, Suíça, Noruega e Canadá;
- crescimento rápido – 2,5% ao ano: Estados Unidos, Oceania, América do Sul e Ásia.

O trabalho apontou que existem grandes diferenças de tamanho dos sistemas de produção e que o número de vacas está relacionado à especialização da atividade. Níveis mais altos de produtividade estão relacionados a níveis mais homogêneos de tecnologia. No Leste Europeu são comuns fazendas com grande número de vacas e atualmente essas propriedades passam por reestruturação, com o objetivo de atingir maior eficiência econômica.

Observou-se a tendência de que em países como Argentina, Nova Zelândia, Austrália, Estados Unidos, Dinamarca, Holanda e República Tcheca a maior produção leiteira ocorra em fazendas com mais de 50 animais. Já em países como Áustria e Polônia a atividade leiteira está mais presente em propriedades com até dez animais.

Com relação ao custo de produção, verificou-se que, em geral, esteve muito próximo do preço pago ao produtor. Países com custo de produção mais alto são, em geral, aqueles que

adotam a política de subsídios. Foram classificados três grupos em relação ao custo de produção do litro de leite em Dólar Americano:

- acima dos 30 centavos – Israel, Estados Unidos, Canadá e União Européia;
- entre 20 e 30 centavos – Leste Europeu, ex-União Soviética e China;
- abaixo dos 20 centavos – Sudeste Asiático, Oceania e América do Sul.

Há uma tendência de preços mais homogêneos para os lácteos na Europa, à medida que a União Européia se consolida. No que se refere aos preços pagos pelo litro do leite ao produtor, em Dólar Americano e incluídos os subsídios, foram levantados os seguintes dados:

- preços altos – acima dos 40 centavos – Canadá, Noruega e Suíça;
- acima da média – entre 30 e 40 centavos – Estados Unidos e União Européia;
- média histórica – entre 20 e 29 centavos – Hungria, Polônia, China e Oceania;
- abaixo da média – abaixo de 20 centavos – Sudeste Asiático, Oceania e América do Sul.

Verifica-se no estudo que o Brasil está entre os grupos com os menores custos de produção, porém onde são baixos os preços pagos ao produtor. Sabe-se que a regularidade de ingresso pela venda do leite é fator com grande peso para a permanência do pecuarista na atividade. Por outro lado melhores preços podem ser obtidos com um diferencial de qualidade do produto.

Stock concluiu que a oportunidade que se oferece ao setor leiteiro não pode ser desperdiçada e é necessário trabalho sério para preservar e consolidar o espaço conquistado e ainda, buscar a ampliação dos mercados. Comparativamente a outros países o Brasil apresenta boas perspectivas no setor leiteiro, especialmente por apresentar menor custo de produção e uma grande fronteira para exportação e aperfeiçoamento tecnológico. Muitos outros países apresentam produtividade acima dos 4.000 litros/vaca/ano, o que torna a melhoria via tecnologia muito dispendiosa. É necessário, entretanto, que o Brasil invista em áreas que

favoreçam a conquista de novos mercados, em especial na qualidade dos produtos. A certificação sanitária de rebanhos leiteiros é algo que pode contribuir para isso.

Programas que envolvam a melhoria da qualidade do leite brasileiro são extremamente importantes do ponto de vista da saúde do consumidor e mesmo da criação de condições para o País se inserir mais fortemente no mercado internacional. Ao elevar o padrão médio de qualidade, tende-se a favorecer o produtor especializado. Na história recente do leite no Brasil, praticamente inexistiram tentativas organizadas e abrangentes, por parte do produtor especializado, no sentido de realmente diferenciar o seu produto junto ao mercado consumidor (FONSECA; CARVALHO, 2004). Há um longo caminho a percorrer, no que se refere à produção de leite de qualidade (SEBRAE-MG, 1996).

## **2.2 METODOLOGIA**

### **2.2.1 Método analítico**

Foi realizada uma análise custo-benefício, conforme metodologia descrita por Djikhuizen & Morris (1997) e Henriques *et al.* (2004), com o objetivo de avaliar o retorno do investimento feito pelo pecuarista na erradicação da tuberculose bovina. Esse tipo de análise permite comparar custos e benefícios ao longo do tempo e para sua execução faz-se necessário corrigir os valores futuros, transformando-os em valores presentes, segundo o custo de oportunidade do capital (DIKHUIZEN; MORRIS, 1997). Calculou-se o Valor Atual Líquido (VAL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e a Razão Benefício-Custo (RBC), em todos os casos usando fórmulas padrão de cálculo disponíveis no software Excel 2003®. O VAL se define como a diferença entre a soma dos ingressos atualizados menos a soma dos egressos

também atualizados, ao longo de um período de tempo. A TIR é a taxa de desconto que faz o VAL igual a zero, podendo também ser definida como a taxa que iguala a soma dos fluxos líquidos, descontado o investimento inicial. Para encontrar a RBC os custos e benefícios são transformados em uma seqüência de fluxos líquidos de caixa e, posteriormente, em um número simples, que passa a representar uma medida da eficiência econômica do projeto (RENOLFI, 2002). O horizonte temporal da análise custo-benefício foi de cinco e dez anos, correspondendo, na bovinocultura de leite, a aproximadamente um e dois ciclos produtivos, respectivamente.

Como o saneamento das propriedades que entram em processo de certificação deve ser realizado testando todos os animais em ciclos definidos e eliminando os reagentes positivos (BRASIL, 2006a), calculou-se o número de testes de diagnóstico necessários para erradicar a doença em dois cenários epidemiológicos, um de baixa (10%) e outro de alta (40%) prevalência inicial. Esses dois cenários representam uma aproximação a situações típicas do primeiro e último quartil da distribuição de valores de prevalência intra-rebanho, em propriedades infectadas por *M. bovis*, segundo estimado por Belchior (2001) em Minas Gerais. Os valores condizem com a realidade encontrada em propriedades com foco da doença, segundo Mota (informação verbal)<sup>19</sup>. Consideraram-se, ainda, os dados de 61 rebanhos leiteiros pesquisados entre 1992 e 2000 (MOTA, 2003), que revelaram prevalência média de 16,3% de tuberculose, mediana de 14,57% e moda de 13,56%. A menor prevalência foi de 2,5% e a maior de 64,7%. A reposição após o sacrifício de reagentes se daria usando animais de outras propriedades livres e, com isso, assumiu-se que não haveria novas introduções da doença no rebanho.

A redução da taxa de natalidade provocada pela presença do *M. bovis* no rebanho não seria significativa em nenhum dos níveis de prevalência, a ponto de justificar sua inclusão nos

---

<sup>19</sup> Informação fornecida por Pedro Moacyr P. C. Mota, do Lanagro-MG, em janeiro de 2008

benefícios da certificação de propriedades. Se este ganho ocorresse, ainda que marginal, os resultados seriam mais favoráveis do que o modelo apresenta.

## 2.2.2 Modelo de rebanho utilizado

Tabela 2.1 - Estimativas da estrutura de produção de leite do Brasil \*

Estratos		Produção de leite		Total de fazendas		Produção	Vacas ordenhadas		Produção/vaca	Vacas/faz.
L/faz./dia	L/vaca/ano	ton x 1.000	%	nº	%	/ faz. L/dia	x1000	%	L/ano	Nº
<100	<1200	7.709,09	32,8	1.157.411	89,5	18	12.365	61,8	623	11
100-400	1200-2000	8.847,62	37,7	115.315	8,9	210	5.440	27,2	1.626	47
401-2000	2001-4500	5.833,47	24,9	20.212	1,6	791	2.013	10,1	2.898	100
>2000	>4500	1.084,53	4,6	745	0,1	3.986	205	1,0	5.297	275
<b>Total</b>		<b>23.474,70</b>	<b>100,0</b>	<b>1.293.684</b>	<b>100</b>	<b>50</b>	<b>20.023</b>	<b>100</b>	<b>1.172</b>	<b>15</b>

(\*) Dados de produção de leite e número de vacas ordenhadas referentes ao ano 2004 (IBGE, 2005). O número de produtores foi estimado por simulação com base em níveis pré-definidos de produtividade por vaca, e de estimativas do número médio de vacas ordenhadas por fazenda, para oito estratos de produção, obtidos dos dados originais do censo do IBGE de 1996 (Embrapa, 1996).

Fonte: Assis *et al.* (Circular Técnica Embrapa Nº 85, 2005)

O rebanho seria formado a partir de cruzamentos holandês/zebu, caracterizado pela alimentação à base de pasto, com gramíneas de alta capacidade de suporte e suplementação com volumosos diversos durante o período de menor crescimento das forrageiras tropicais. Este tipo de estabelecimento se enquadraria no perfil de propriedades que recorreriam mais facilmente à certificação. Para chegar à caracterização da pecuária leiteira no País, apresentada na tabela 2.1, os pesquisadores da Embrapa agruparam os sistemas de produção de leite em estratos, tomando-se a produção de leite como principal parâmetro diferenciador. Uma das etapas desse trabalho foi desenvolver um modelo de simulação, com a finalidade de estimar o número mais provável de vacas ordenhadas por fazenda para cada um dos estratos (ASSIS, 2005).

### 2.2.3 Custos do serviço veterinário

Para calcular o investimento do produtor em serviço de assistência veterinária relacionado à execução de testes de diagnóstico de tuberculose, desenvolveu-se um modelo de simulação para cada cenário de prevalência inicial, com a utilização de planilhas Excel 2003®. Não se trata de um modelo biomatemático de difusão da doença em rebanhos infectados. Apenas se utilizou uma seqüência de tabelas do tipo 2 x 2, nas quais se calculou o número de animais infectados, não infectados, verdadeiro-positivos, falso-positivos, verdadeiro-negativos e falso-negativos, para cada teste aplicado em todo o rebanho, considerando que os positivos são sacrificados e o teste se repete apenas nos negativos. Estes parâmetros foram calculados para cada ciclo de testes em todo o rebanho, conforme a tabela 2.2.

Tabela 2.2 - Modelo de simulação dos investimentos em testes diagnósticos

	<b>Nº animais infectados</b>	<b>Nº animais não infectados</b>	
Nº animais positivos	Sen x Inf	(1-Esp) x Ninf	(Sen x Inf) + [(1-Esp) x Ninf]
Nº animais negativos	(1-Sen) x Inf	Esp x Ninf	[(1-Sen) x Inf] + Esp x Ninf
	Inf	Ninf	Nº de animais no rebanho

Inf = Nº animais no rebanho x Prevalência; Ninf = Nº de animais no rebanho x (1-prevalência); Sen = Sensibilidade do teste; Esp = Especificidade do teste.

Este modelo simples permitiu calcular, de forma aproximada, o tempo e o número de testes necessários na fase de saneamento até a obtenção do certificado. Esta informação foi posteriormente utilizada no modelo de Custo-Benefício. A simulação realizada considerou que o rebanho modelo não estaria exposto a alguns eventos que podem ocorrer em uma

situação real, como a difusão intra-rebanho da doença durante o processo de saneamento, a reintrodução da tuberculose pela aquisição de animais infectados e o aparecimento de testes falso-positivos, quando a doença já está erradicada. Todos estes fatores contribuiriam para retardar o processo de certificação, encarecendo o investimento do produtor, porém a sua inclusão no presente estudo introduziria elementos analíticos de grande complexidade, fora do escopo da pesquisa econômica. Todos eles poderão ser objeto de pesquisas mais profundas, alimentando posteriormente novos dados ao modelo de análise de investimento.

O Teste Cervical Comparativo (TCC) foi o meio diagnóstico utilizado no trabalho, em função de sua maior especificidade em relação ao Teste Cervical Simples (TCS). Os valores de sensibilidade e especificidade do TCC foram recolhidos da literatura. Os valores extremos de sensibilidade e especificidade verificados na literatura foram desprezados, mesmo porque, em alguns casos os protocolos dos experimentos eram desconhecidos. As informações relativas à sensibilidade e à especificidade do Teste Cervical Comparativo são apresentadas na figura 2.2.

Sensibilidade %	Especificidade %	Fonte
80-98		O'Connor (1986) apud Griffin <i>et al.</i> (1995)
77- 95	96	Anonymous (1994) apud Wahlström (2004); Monaghan <i>et al.</i> (1994)
68-91		Phillips <i>et al.</i> (2000) apud National Federation of Badger Groups (2003)
70		Ryan <i>et al.</i> (1991) e Whipple <i>et al.</i> (1995) apud Fischer <i>et al.</i> (2004)
91,4	99,9	Lesslie <i>et al.</i> (1975) apud Rua-Domenech <i>et al.</i> (2006)
95,5	97,8	O'Reilly & MacClancy (1975) apud Rua-Domenech <i>et al.</i> (2006)
75		O'Reilly (1986) apud Rua-Domenech <i>et al.</i> (2006)
55,1	100	Neill <i>et al.</i> (1994) apud Rua-Domenech <i>et al.</i> (2006)
93,3		Doherty <i>et al.</i> (1995) apud Rua-Domenech <i>et al.</i> (2006)
	99,99	Goodchild and Clifton-Hadley (2001) apud Rua-Domenech <i>et al.</i> (2006)
	94	Buddle <i>et al.</i> (2001)
70	99,8	Paaijmans (2002) apud Van Asseldonk <i>et al.</i> (2005)
50-64	98-99,6	Écoles Nationales Vétérinaire Françaises (2006)
75	98-99	Zepeda (2005)
68,6-95	88,8-99,9	Francis <i>et al.</i> (1978), Worthington&Kleeberg (1966) e Roswurm & Konyha (1973) apud Adams (2001)
90,9		Costello <i>et al.</i> (1997) [resumo]

Figura 2.2. Sensibilidade e especificidade do TCC, segundo alguns autores

Como é grande a variabilidade e incerteza de informações a respeito desses parâmetros, os valores obtidos foram tratados como opinião de especialistas e modelados com o auxílio do software @Risk Professional 4.5 ®. Utilizou-se uma distribuição RiskPert com os seguintes parâmetros para valores mínimo; mais provável; máximo: (1) Sensibilidade – 0,70; 0,75; 0,95; e (2) Especificidade – 0,978; 0,998; 0,999. A distribuição de Pert tende a limitar a influência



de valores extremos, o que, neste caso, limita a especulação sobre o desempenho do teste a valores mais prováveis, mantendo-a dentro do escopo do presente trabalho. As distribuições dos valores resultantes de 10.000 iterações podem ser observadas nas figuras 2.3 e 2.4, nas quais se apresentam as Funções de Densidade de Probabilidade (FDP), respectivamente para Sensibilidade e Especificidade do TCC. No modelo de testes supracitado foram utilizados os valores médios de cada distribuição, ou seja, 0,775 para sensibilidade e 0,995 para especificidade, em torno dos quais parece haver grande concentração de valores. Observou-se na FDP da Sensibilidade que 95% dos valores foram superiores a 71%. Quanto à Especificidade, 95% dos valores situaram-se acima de 99%, o que permite ter boa confiança nos índices utilizados como referência.

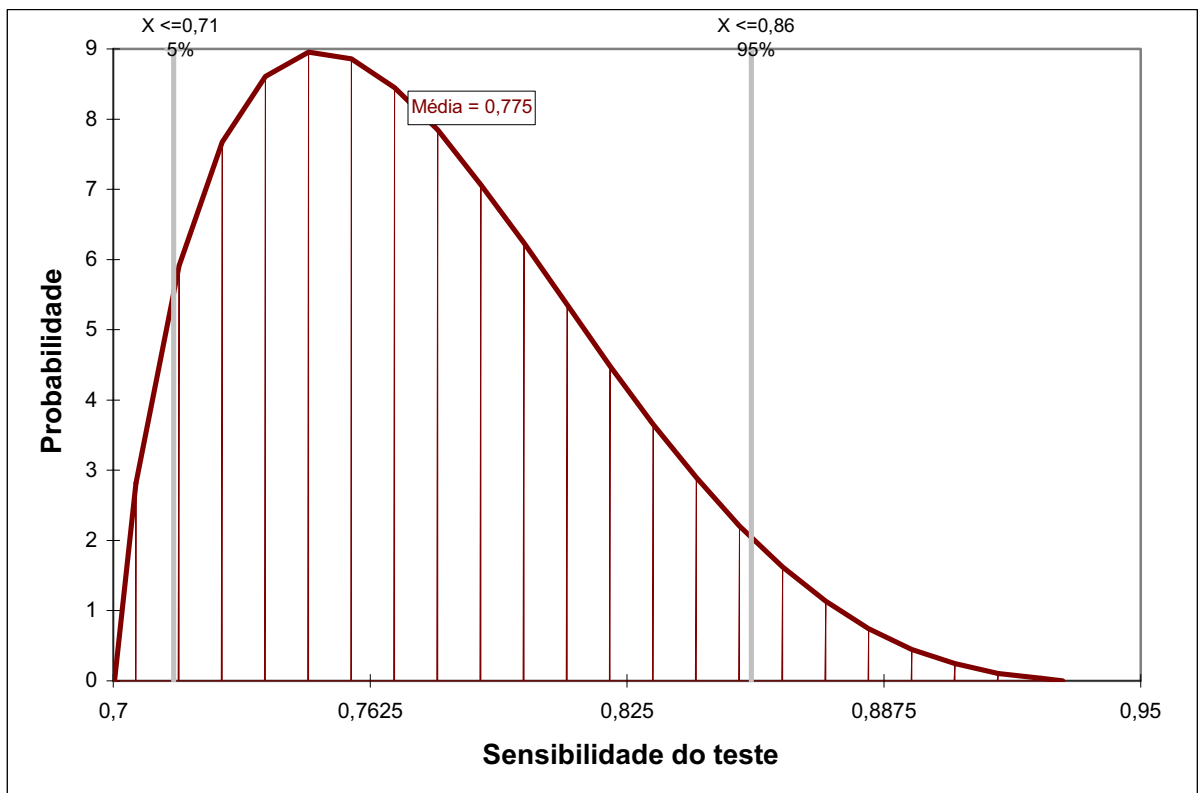


Figura 2.3. Função de densidade de probabilidade dos valores de sensibilidade do TCC

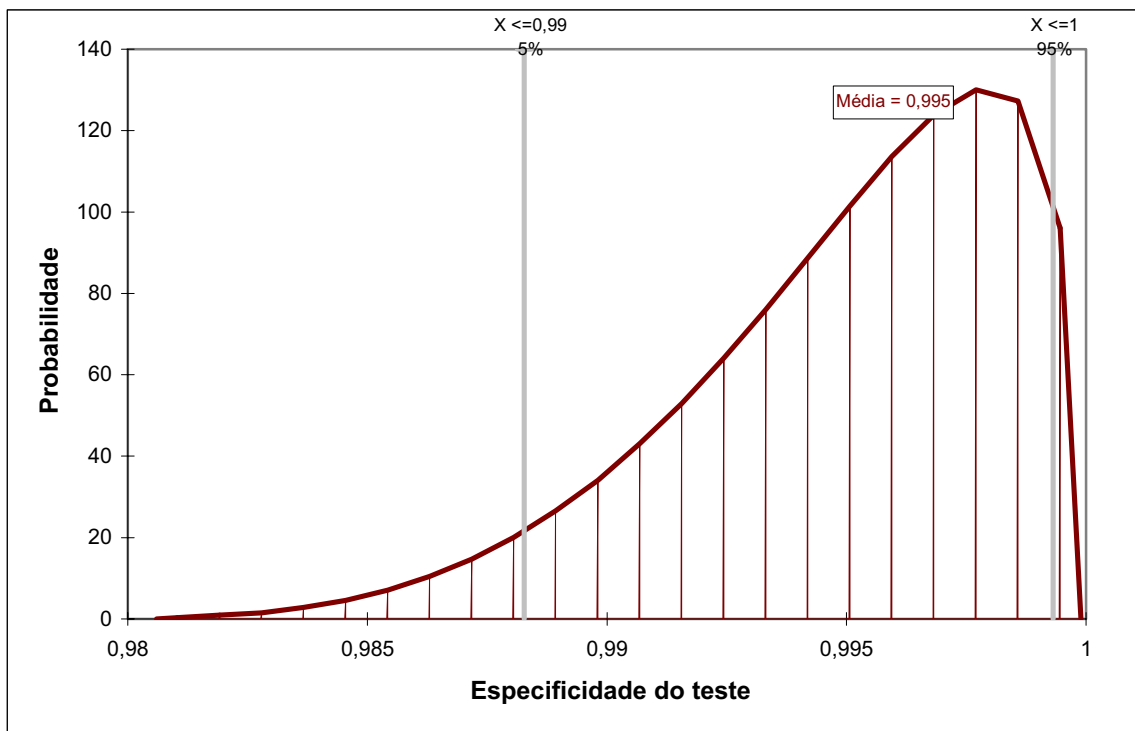


Figura 2.4. Função de densidade de probabilidade dos valores de especificidade do TCC

Os preços dos testes de diagnóstico da tuberculose habitualmente praticados pelos médicos veterinários habilitados para executar esse serviço foram coletados junto aos serviços de defesa sanitária agropecuária do MAPA e órgãos estaduais de defesa sanitária animal dos estados das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, as quais concentram as maiores bacias leiteiras do País. O valor médio encontrado para os testes nos vários estados foi bastante variável, tendo sido necessário considerar o rebanho modal escolhido, visto que a composição dos preços praticados leva em conta o número de animais a testar. Outro fator que poderia influenciar nos valores dos testes seria a distância de localização da propriedade. Verificou-se que normalmente existe um adicional cobrado pelo deslocamento, que varia entre R\$ 0,60 e R\$ 1,00 por quilômetro, o que não foi levado em conta, em virtude da dificuldade em estabelecer uma distância média das propriedades no Brasil. A média de preços praticados nos onze estados que forneceram essa informação foi de R\$ 9,49. Entretanto, assumiu-se que para

o modelo seria utilizado o valor de R\$ 10,00 por animal, já incluído o custo da mão-de-obra veterinária. Os preços médios do TCC praticados nos estados pesquisados são apresentados na tabela 2.3.

Tabela 2.3 – Médias de preços do TCC (R\$) – por animal para um rebanho de 100 cabeças

DF	ES	GO	MG	MS	MT	PR	RJ	RS	SC	SP	MÉDIA
10,00	7,00	10,00	7,90	7,50	10,00	10,00	8,00	14,00	10,00	10,00	9,49

Fonte: Serviços oficiais de defesa sanitária animal nos estados

#### 2.2.4 Custos com a reposição de animais

Os custos com a reposição de animais, item de grande peso na certificação, foram lançados integralmente no primeiro ano do processo. Os animais de reposição deveriam ser vacas paridas, procedentes de propriedade certificada, para evitar a reintrodução da doença. A queda na produção de leite em consequência da doença foi assumida em 10% (BARWINEK, 1996), considerando-se um cenário mais desfavorável, pois, na literatura foram encontrados valores de perdas na produção leiteira da ordem de 10% a 12% (DENES, 1981), 10% a 18% (NADER; HUSBERG; 1988) e 30% (LIS, 1980). Como a média anual de produção de um animal sadio, de acordo com a caracterização utilizada no modelo (ASSIS, 2005), foi de 4.500 litros, então, considerou-se que os animais eliminados, julgando-se que todos estivessem infectados, produziram 4.050 litros de leite/vaca/ano.

Para estabelecer o valor de uma vaca para reposição verificou-se o preço médio praticado na comercialização de vacas em lactação  $\frac{1}{2}$  sangue HZ (Girolando) em 63 leilões ocorridos em seis estados do Sul, Sudeste e Centro-Oeste, em uma série histórica de março de 2004 a

junho de 2007, com mais de 4400 animais vendidos. Os valores encontrados foram corrigidos pelo IGP-DI, da Fundação Getúlio Vargas (FGV, 2007). Buscando-se evitar a influência conjuntural da elevação do preço do leite, deixou-se de considerar os leilões realizados a partir de julho de 2007. Também foram excluídos os eventos que não traziam informações detalhadas sobre os animais leiloados. O preço médio encontrado foi de R\$ 2.876,96, com desvio padrão de R\$ 555,87.

Foram produzidas planilhas de análise custo-benefício para os cenários de 10% e de 40% de prevalência da doença. O modelo considerou que as vacas positivas seriam afastadas da produção ainda no primeiro ano, eliminadas e repostas com vacas que seriam integradas ao rebanho no início do ano seguinte. Como benefício, além do pagamento pelas vacas eliminadas, foi considerado o incremento de 450 litros de leite ao ano, por vaca, a partir do ano 1 (1º ano após a certificação), em consequência de ter sido suprimida a queda de 10% na produção em razão da tuberculose. Esse incremento correspondeu à diferença de produção de leite entre uma vaca sadia e uma infectada em um ano.

O valor considerado para os animais reagentes a serem eliminados correspondeu a 25% do preço de uma vaca sadia, tomando por base a Lei nº 569, de 21 de dezembro de 1948 (BRASIL, 1948) e o Decreto nº 27.932, de 28 de março de 1950 (BRASIL, 1950) que, entre outras doenças, disciplinaram o pagamento de indenizações pela eliminação de animais com tuberculose. O valor de uma vaca tuberculosa foi definido, dessa forma, em R\$ 719,24. Sabendo que há, com muita frequência, dificuldade em abater animais reagentes à tuberculose em razão da recusa por parte dos frigoríficos e que o processo de indenização pode ser algo moroso, procedeu-se também à análise financeira sem o benefício decorrente da eliminação de vacas infectadas.

### **2.2.5 Valor do leite e incentivos financeiros à certificação**

Para o estabelecimento do preço do leite procedeu-se a uma análise estatística (BEIGUELMAN, 2002) da série de preços médios nominais do leite C pagos ao produtor, média do Brasil, no período de janeiro de 2004 a junho de 2007 (CEPEA, 2007). Os valores pagos a partir de julho de 2007 também não foram considerados no cálculo, a fim de evitar influências conjunturais, visto que nesse período o produto estava em forte elevação, comparando-se à média histórica. Foi aplicado como deflator para correção o Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna - IGP-DI (FGV, 2007). Como resultado, utilizou-se no modelo o valor médio, que foi de R\$ 0,55, com desvio padrão de R\$ 0,053.

Foi definido em R\$ 0,02 o valor de referência para o adicional a ser pago, a título de incentivo, pelo litro do leite procedente de propriedades que aderissem ao programa de certificação. A análise de sensibilidade para o incremento no preço do leite utilizou, ainda, os valores de R\$ 0,01 e R\$ 0,025, de acordo com programas de incentivos à certificação formulados por algumas indústrias de lácteos<sup>20</sup> e o não-pagamento de nenhum valor adicional. Os adicionais seriam pagos já a partir da adesão ao programa.

Levando-se em conta que o produtor rural é um investidor, em geral conservador, a taxa escolhida no estabelecimento do custo de oportunidade do capital foi a da poupança, que apresentou rendimento acumulado em 2007 da ordem de 7,7020% (Portal Brasil, 2008). Conforme proposto por Gonçalves (1998), foi descontada a taxa de inflação, que fechou 2007 com o percentual acumulado de 4,46%, de acordo com o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo – IPCA (IBGE, 2008). Assim, o valor utilizado para o custo de oportunidade foi de 3,242%.

---

<sup>20</sup> Informação da Divisão de Brucelose e Tuberculose/CGCD/DSA/MAPA

### **2.2.6 Análise de sensibilidade**

Finalmente, procedeu-se à análise de sensibilidade do modelo de custo-benefício. Os parâmetros avaliados foram o valor dos testes diagnósticos, a produção leiteira por animal, o horizonte temporal e o incremento no valor do litro de leite. Foi também avaliado o momento em que seria atingido o Ponto de Equilíbrio nos dois diferentes cenários, com e sem adicionais pelo litro de leite. Para todos esses parâmetros buscou-se verificar os índices financeiros, considerando os períodos de cinco e de dez anos, nos cenários de baixa e de alta prevalência da doença, em situações de não-pagamento de adicionais ao preço do leite, ou de pagamento de incrementos de R\$ 0,01, R\$ 0,02 ou R\$ 0,025. A análise de sensibilidade dos preços dos testes diagnósticos utilizou, além do valor de referência de R\$ 10,00, os valores de R\$ 9,00, R\$ 11,00 e R\$ 15,00. A influência da produção animal levou em conta, além do rebanho de referência, com produção leiteira média de 4500L/vaca/ano, rebanhos com produção média de 3500 L, 4000L, 5000L, 6000L e 10000L. Para a avaliação do horizonte temporal foram acrescentados os dados da TIR e VAL. Verificou-se, ainda, o ano em que seria atingido o Ponto de Equilíbrio.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Simulação do número de testes diagnósticos necessários para certificar o rebanho como livre de tuberculose

Os resultados da simulação que buscou identificar o número de testes diagnósticos necessários para certificar as propriedades nos dois cenários são apresentados na figura 3.1. A partir dessa simulação foi possível calcular os custos desse item.

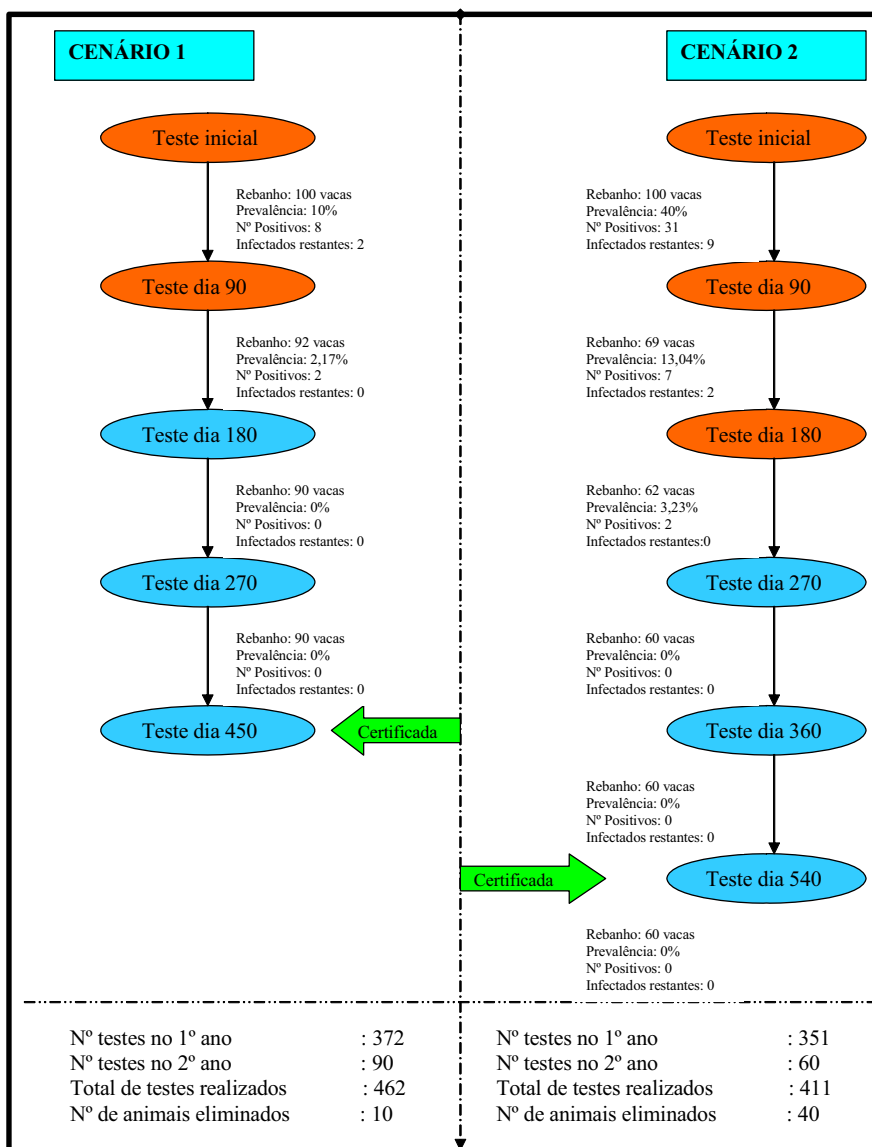


Figura 3.1. Modelo de simulação de testes diagnósticos em rebanhos de 100 vacas utilizando-se planilhas

O cenário 1 exigiu 462 testes diagnósticos até a certificação, 372 no primeiro ano e 90 no segundo. No cenário 2 foram necessários 411 testes, sendo 351 no primeiro ano e 60 no segundo. Neste último cenário 40 animais reagiram positivamente ao teste, 31 deles identificados como tal no primeiro teste, 7 no segundo e 2 no terceiro teste. Na situação de baixa prevalência, 10 animais reagentes foram excluídos do rebanho, sendo oito identificados como reagentes no primeiro teste e os dois restantes no segundo, 90 dias depois. Esses dados estão apresentados na Figura 3.1.

Em situações reais o número de testes diagnósticos e o balanço entre positivos e negativos poderia ser alterado por influência de fatores como a difusão da doença intra-rebanho, reintrodução da doença ou em razão da ocorrência de falso-positivos. Como já abordado, o modelo não teve a intenção de pesquisar esses aspectos. A ocorrência de falso-positivos poderá vir a ser um problema em situações reais de certificação, especialmente quando se tratar de grandes rebanhos, já que a especificidade do teste diagnóstico não é perfeita. Isso deverá ser objeto de avaliação do PNCEBT.

### **3.2 Custos e benefícios do processo de certificação**

O modelo de custos e benefícios do processo de certificação pode ser consultado nas tabelas 3.1 a 3.4. Os custos dos serviços veterinários até que a certificação fosse obtida revelaram-se maiores no cenário 1, de baixa prevalência. Nesse os testes ficaram ao custo total de R\$ 4.620,00, distribuídos em cinco ciclos, os gastos se concentraram no ano zero, ficando em R\$ 3.720,00, de acordo com a tabela 3.1. A certificação se deu no dia 450. No cenário 2, os testes ficaram ao custo total de R\$ 4.110,00, distribuídos em seis ciclos. A certificação ocorreu no dia 540, conforme figura 3.1. Os menores custos do cenário 2, nesse



item, justificam-se pela maior eliminação de animais, já a partir do primeiro teste, e, com isso, os ciclos subsequentes passaram a ter menos vacas para se submeterem aos exames.

Tabela 3.1. Custos e benefícios da certificação de propriedades livres de tuberculose, cenário 1, sem pagamento de adicional.

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Custos</b>										
Testes diagnósticos (R\$)	3.720,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
Reposição de animais (R\$)	28.769,60									
Total dos custos (R\$)	32.489,60	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
<b>Benefícios</b>										
Incremento prod. leite (R\$)		2.745,00	2.745,00	2.745,00	2.745,00	2.745,00	2.745,00	2.745,00	2.745,00	2.745,00
Pagto. animais elim. (R\$)	7.192,40									
Total dos benefícios (R\$)	7.192,40	2.745,00	2.745,00	2.745,00	2.745,00	2.745,00	2.745,00	2.745,00	2.745,00	2.745,00
<b>Benefícios-custos (R\$)</b>	<b>-25.297,20</b>	1.475,00	1.475,00	1.475,00	1.475,00	1.475,00	1.475,00	1.475,00	1.475,00	1.475,00
<b>Fator de atualização<sup>1</sup></b>	1,0000	0,9686	0,9382	0,9087	0,8802	0,8525	0,8258	0,7998	0,7747	0,7504
<b>Custos corrigidos (R\$)</b>	32.489,60	968,60	938,18	908,72	880,19	852,55	825,77	799,84	774,73	750,40
<b>Benefícios corrigidos (R\$)</b>	7.192,40	2.397,28	2.322,00	2.249,09	2.178,46	2.110,05	2.043,79	1.979,61	1.917,45	1.857,24
<b>VA(B-C)<sup>2</sup> (R\$)</b>	<b>-25.297,20</b>	1.428,68	1.383,82	1.340,36	1.298,27	1.257,51	1.218,02	1.179,77	1.142,72	1.106,84

<sup>1</sup> Baseado no custo de oportunidade do capital de 3,242%

<sup>2</sup> VA(B-C) = valor corrigido dos benefícios menos os custos

Os custos de reposição das vacas eliminadas foram maiores no cenário 2, quando comparados ao cenário 1. Para repor os animais eliminados em razão da doença, calculou-se que seriam investidos R\$ 28.769,60 no cenário 1, referentes à aquisição de 10 vacas com cria. No cenário 2 o investimento seria de R\$ 115.078,40, referente à aquisição de 40 vacas, o que ocorreria no ano zero, ou seja, durante o primeiro ano do processo.

Tabela 3.2. Custos e benefícios da certificação de propriedades livres de tuberculose, cenário 1, com pagamento de adicional de R\$ 0,02.

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Custos</b>										
Testes diagnósticos (R\$)	3.720,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
Reposição de animais (R\$)	28.769,60									
Total dos custos (R\$)	32.489,60	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
<b>Benefícios</b>										
Incremento prod. leite (R\$)		2.475,00	2.475,00	2.475,00	2.475,00	2.475,00	2.475,00	2.475,00	2.475,00	2.475,00
Incremento valor leite (R\$)	8.100,00	9.000,00	9.000,00	9.000,00	9.000,00	9.000,00	9.000,00	9.000,00	9.000,00	9.000,00
Pagto. animais elim. (R\$)	7.192,40									
Total dos benefícios (R\$)	15.292,40	11.475,00	11.475,00	11.475,00	11.475,00	11.475,00	11.475,00	11.475,00	11.475,00	11.475,00
<b>Benefícios-custos (R\$)</b>	<b>-17.197,20</b>	10.475,00	10.475,00	10.475,00	10.475,00	10.475,00	10.475,00	10.475,00	10.475,00	10.475,00
<b>Fator de atualização<sup>1</sup></b>	1,0000	0,9686	0,9382	0,9087	0,8802	0,8525	0,8258	0,7998	0,7747	0,7504
<b>Custos corrigidos (R\$)</b>	32.489,60	968,60	938,18	908,72	880,19	852,55	825,77	799,84	774,73	750,40
<b>Benefícios corrigidos (R\$)</b>	15.292,40	11.114,66	10.765,64	10.427,58	10.100,13	9.782,97	9.475,76	9.178,21	8.889,99	8.610,83
<b>VA(B-C)<sup>2</sup> (R\$)</b>	<b>-17.197,20</b>	<b>10.146,06</b>	<b>9.827,46</b>	<b>9.518,86</b>	<b>9.219,95</b>	<b>8.930,42</b>	<b>8.649,99</b>	<b>8.378,36</b>	<b>8.115,27</b>	<b>7.860,43</b>

<sup>1</sup> Baseado no custo de oportunidade do capital de 3,242%

<sup>2</sup> VA(B-C) = valor corrigido dos benefícios menos os custos

Quanto aos benefícios, considerou-se que sem o pagamento de adicionais no preço do leite, esses viriam por meio do incremento na produção leiteira, em virtude da introdução de vacas sadias a partir do ano 1 e, ainda, em consequência da venda para o abate ou recebimento de indenização pelos animais eliminados, este último também concentrado no ano zero do processo. A propriedade do cenário 1, com a introdução de dez vacas sadias no rebanho, repondo as reagentes eliminadas, passou a ter o ingresso anual de R\$ 2.475,00 a partir do primeiro ano após a certificação, referentes ao valor de 450 litros de leite a mais de cada uma das 10 vacas de reposição, pagas a R\$ 0,55/L. A propriedade do cenário 2, como introduziu 40 vacas de reposição, produzindo 450 litros a mais de leite cada uma, totalizou o incremento de 18.000 litros de leite ao ano, pagos a R\$ 0,55. O valor dessa produção foi de R\$ 9.900,00.

Tabela 3.3. Custos e benefícios da certificação de propriedades livres de tuberculose, cenário 2, sem pagamento de adicional.

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Custos</b>										
Testes diagnósticos (R\$)	3.510,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
Reposição de animais (R\$)	115.078,40									
Total dos custos (R\$)	118.588,40	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
<b>Benefícios</b>										
Incremento prod. leite (R\$)		9.900,00	9.900,00	9.900,00	9.900,00	9.900,00	9.900,00	9.900,00	9.900,00	9.900,00
Pagto. animais elim. (R\$)	28.769,60									
Total dos benefícios (R\$)	28.769,60	9.900,00	9.900,00	9.900,00	9.900,00	9.900,00	9.900,00	9.900,00	9.900,00	9.900,00
<b>Benefícios-custos (R\$)</b>	<b>-89.818,80</b>	8.900,00	8.900,00	8.900,00	8.900,00	8.900,00	8.900,00	8.900,00	8.900,00	8.900,00
<b>Fator de atualização<sup>1</sup></b>	1,0000	0,9686	0,9382	0,9087	0,8802	0,8525	0,8258	0,7998	0,7747	0,7504
<b>Custos corrigidos (R\$)</b>	118.588,40	968,60	938,18	908,72	880,19	852,55	825,77	799,84	774,73	750,40
<b>Benefícios corrigidos (R\$)</b>	28.769,60	9.589,12	9.288,00	8.996,34	8.713,84	8.440,21	8.175,17	7.918,45	7.669,80	7.428,95
<b>VA(B-C)<sup>2</sup> (R\$)</b>	<b>-89.818,80</b>	<b>8.620,52</b>	<b>8.349,82</b>	<b>8.087,62</b>	<b>7.833,65</b>	<b>7.587,66</b>	<b>7.349,39</b>	<b>7.118,61</b>	<b>6.895,07</b>	<b>6.678,55</b>

<sup>1</sup> Baseado no custo de oportunidade do capital de 3,242%

<sup>2</sup> VA(B-C) = valor corrigido dos benefícios menos os custos

Quando o modelo passou a considerar o pagamento de adicional ao preço do leite, juntou-se aos benefícios o incremento no valor do leite produzido. A propriedade do cenário 1 obteve o ingresso de R\$ 8.100,00 no ano zero, correspondentes ao adicional de R\$ 0,02 sobre a produção de 90 vacas sadias e de R\$ 9.000,00 nos anos subseqüentes, correspondentes ao adicional sobre a produção de 100 vacas sadias. Já a propriedade do cenário, 2 apresentou o ingresso de R\$ 5.400,00 no ano zero, relativos ao adicional de R\$ 0,02 sobre a produção leiteira de 60 vacas remanescentes e de R\$ 9.000,00 nos anos subseqüentes, relativos ao adicional pago sobre o leite de 100 vacas.

Tabela 3.4. Custos e benefícios da certificação de propriedades livres de tuberculose, cenário 2, com pagamento de adicional de R\$ 0,02.

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Custos</b>										
Testes diagnósticos (R\$)	3.510,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
Reposição de animais (R\$)	115.078,40									
Total dos custos (R\$)	118.588,40	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
<b>Benefícios</b>										
Incremento prod. leite (R\$)		9.900,00	9.900,00	9.900,00	9.900,00	9.900,00	9.900,00	9.900,00	9.900,00	9.900,00
Incremento valor leite (R\$)	5.400,00	9.000,00	9.000,00	9.000,00	9.000,00	9.000,00	9.000,00	9.000,00	9.000,00	9.000,00
Pagto. animais elim. (R\$)	28.769,60									
Total dos benefícios (R\$)	34.169,60	18.900,00	18.900,00	18.900,00	18.900,00	18.900,00	18.900,00	18.900,00	18.900,00	18.900,00
<b>Benefícios-custos (R\$)</b>	<b>-84.418,80</b>	17.900,00	17.900,00	17.900,00	17.900,00	17.900,00	17.900,00	17.900,00	17.900,00	17.900,00
<b>Fator de atualização<sup>1</sup></b>	1,0000	0,9686	0,9382	0,9087	0,8802	0,8525	0,8258	0,7998	0,7747	0,7504
<b>Custos corrigidos (R\$)</b>	118.588,40	968,60	938,18	908,72	880,19	852,55	825,77	799,84	774,73	750,40
<b>Benefícios corrigidos (R\$)</b>	34.169,60	18.306,50	17.731,64	17.174,84	16.635,51	16.113,12	15.607,14	15.117,05	14.642,34	14.182,54
<b>VA(B-C)<sup>2</sup> (R\$)</b>	<b>-84.418,80</b>	<b>17.337,91</b>	<b>16.793,46</b>	<b>16.266,11</b>	<b>15.755,33</b>	<b>15.260,58</b>	<b>14.781,37</b>	<b>14.317,20</b>	<b>13.867,61</b>	<b>13.432,14</b>

<sup>1</sup> Baseado no custo de oportunidade do capital de 3,242%

<sup>2</sup> VA(B-C) = valor corrigido dos benefícios menos os custos

Os benefícios decorrentes do pagamento pelas vacas reagentes produziram para a propriedade 1 o ingresso no ano zero de R\$ 7.192,40, referentes a 10 vacas eliminadas. A propriedade 2 obteve receita de R\$ 28.769,60, relativa ao pagamento por 40 vacas positivas. Sem o incremento, a correlação entre benefícios e custos foi sempre mais favorável ao longo do tempo ao cenário de alta prevalência. Essa relativa vantagem do cenário 2 foi neutralizada pelo pagamento de incentivos. Isso demonstra que a propriedade com mais alta prevalência da doença foi bastante sensível ao aumento da produção, o que ocorreu independentemente de adicionais ao preço do leite. As variáveis da análise que se concentraram no ano zero do processo, como os custos de reposição de animais e os benefícios do pagamento pelas vacas eliminadas pouco influenciaram na diferenciação do quadro entre os dois cenários quando não houve adicionais; nesse ano a RBC foi de 0,22 no cenário 1 e de 0,24 no cenário 2.

No momento em que se pagou um adicional de R\$ 0,02 por litro de leite, passou a existir no ano zero um desequilíbrio da RBC em favor do cenário 1, ficando, neste caso, em 0,47 e,

no cenário 2, em 0,29. Com a valorização do leite o cenário de baixa prevalência foi beneficiado no início do processo, visto que possuía maior número de vacas em produção.

### 3.3 Influência do nível inicial de prevalência

A Tabela 3.5 apresenta os resultados da simulação do impacto da prevalência inicial de tuberculose no desempenho financeiro, considerando vários valores para o litro de leite. A tabela 3.6 apresenta resultados de avaliação similar, porém os cálculos consideraram que não haveria pagamento pelas vacas reagentes.

Tabela 3.5 - Resultado da análise custo-benefício em períodos de 5 e 10 anos, em dois cenários de prevalência inicial e quatro diferentes adicionais ao preço do leite

<b>Adicional ao preço do leite</b>	<b>R\$ 0,00</b>	<b>R\$ 0,01</b>	<b>R\$ 0,02</b>	<b>R\$ 0,025</b>
<b>Prevalência inicial = 10%</b>				
VAL em 5 anos (R\$)	-19.846,06	834,53	21.515,13	31.855,42
RBC em 5 anos	0,45	1,02	1,59	1,88
TIR em 5 anos (%)		4,9	48,3	74,9
VAL em 10 anos (R\$)	-13.941,21	24.754,20	63.449,60	82.797,30
RBC em 10 anos	0,65	1,62	2,58	3,06
TIR em 10 anos (%)	-11,3	24,1	60,0	83,5
<b>Prevalência inicial = 40%</b>				
VAL em 5 anos (R\$)	-56.927,18	-37.596,59	-18.265,99	-8.600,70
RBC em 5 anos	0,53	0,69	0,85	0,93
TIR em 5 anos (%)	-28,9	-16,9	-6,3	-1,2
VAL em 10 anos (R\$)	-21.297,89	16.047,51	53.392,91	72.065,61
RBC em 10 anos	0,83	1,13	1,42	1,57
TIR em 10 anos (%)	-2,2	7,0	15,3	19,3

Tabela 3.6 - Resultado da análise custo-benefício em 5 e 10 anos, em dois cenários de prevalência inicial, quatro valores de adicionais ao preço do leite e sem recebimento pelas vacas reagentes

<b>Adicional ao preço do leite</b>	<b>R\$ 0,00</b>	<b>R\$ 0,01</b>	<b>R\$ 0,02</b>	<b>R\$ 0,025</b>
<b>Prevalência inicial = 10%</b>				
VAL em 5 anos (R\$)	-27.038,46	-6.357,87	14.322,73	24.663,02
RBC em 5 anos	0,25	0,82	1,40	1,68
TIR em 5 anos (%)	erro	-6,6	25,8	43,5
VAL em 10 anos (R\$)	-21.133,61	17.561,80	56.257,20	75.604,90
RBC em 10 anos	0,47	1,44	2,40	2,88
TIR em 10 anos (%)	-14,9	15,1	41,0	55,8
<b>Prevalência inicial = 40%</b>				
VAL em 5 anos (R\$)	-85.696,78	-66.366,19	-47.035,59	-37.370,30
RBC em 5 anos	0,30	0,46	0,62	0,69
TIR em 5 anos (%)	-35,3	-25,0	-16,1	-11,9
VAL em 10 anos (R\$)	-50.067,49	-12.722,09	24.623,31	43.296,01
RBC em 10 anos	0,60	0,90	1,19	1,34
TIR em 10 anos (%)	-7,2	0,8	7,7	10,9

Observou-se que sem o pagamento de adicionais ao preço do leite ambos os cenários foram negativos nos períodos de cinco e dez anos de observação, indicando que o pecuarista não teria retorno dos investimentos na certificação, conforme tabelas 3.5 e 3.6. O cenário de baixa prevalência apresentou RBC um pouco mais desfavorável, em comparação ao cenário de alta prevalência inicial da doença, na hipótese de não pagamento de adicional ao preço do leite. Quando passou a haver incentivos ao preço do leite, o cenário 1 ficou em vantagem, como já abordado, em razão do cenário 2, na ausência de incentivos, se beneficiar do aumento da produção e, do cenário 1, com maior número de vacas no primeiro ano do processo, se beneficiar da valorização do leite.

A propriedade de alta prevalência só apresentou viabilidade na certificação quando o período de avaliação foi de dez anos, qualquer que fosse o incremento no preço do leite, conforme tabela 3.5. Isso poderá ser importante para a tomada de decisão, nas situações em que o criador verifique altos níveis de prevalência da doença em seu rebanho. Na situação de baixa prevalência, a certificação mostrou-se perfeitamente viável, quando associada ao pagamento de adicionais ao preço do leite. Ainda que a viabilidade tenha sido verificada já a

partir de R\$ 0,01 de adicional, níveis mais altos de incremento permitiram o retorno do investimento em período mais curto de tempo, o que também deve ser visto como estímulo à adesão.

Ao considerar que o criador não receberia qualquer compensação financeira pelas vacas reagentes, a certificação somente foi viável no cenário 1 com o recebimento de R\$ 0,01 de adicional ao preço do leite, quando o período de observação foi de dez anos. A partir de R\$ 0,02 de adicional, a viabilidade se deu em ambos os períodos nesse cenário. Para a situação de alta prevalência apenas o recebimento de R\$ 0,02 e R\$ 0,025, no período de dez anos, permitiu o retorno do investimento, conforme tabela 3.6.

### **3.4 Influência da produção leiteira por animal**

Nas tabelas 3.7 e 3.8, são apresentados resultados da simulação do impacto da produção leiteira por vaca/ano, considerando vários valores pagos por litro de leite, em dois horizontes temporais, de 5 e 10 anos respectivamente.

Níveis mais altos de produção de leite por animal favoreceram o alcance de  $RBC \geq 1$ , em menor espaço de tempo e com menor dependência dos adicionais ao preço do leite, em ambos os cenários, conforme tabelas 3.7 e 3.8. Enquanto no cenário 1, considerando a venda da produção sem o pagamento de incentivos, numa propriedade que produzia 3.500 litros de leite/vaca/ano, a RBC atingiu 0,55 em um período avaliado de dez anos, conforme tabela 3.8 em outra propriedade do mesmo cenário, onde a produção média era de 10.000 litros de leite/vaca/ano, a RBC atingiu 0,76 em um período de cinco anos e, em dez anos ultrapassou o Ponto de Equilíbrio, conforme tabela 3.7, mostrando, dessa forma, que a viabilidade da certificação é sensível ao nível de produção da propriedade, considerando que haverá disponível para comercialização maior quantidade de um produto que estará mais valorizado.

Tabela 3.7 - Resultado da análise de sensibilidade para a produção leiteira e diferentes adicionais no preço do leite, considerando o período de 5 anos

Produção l/vaca/ano	R\$ 0,00		R\$ 0,01		R\$ 0,02		R\$ 0,025	
	RBC 1	RBC 2	RBC 1	RBC 2	RBC 1	RBC 2	RBC 1	RBC 2
<b>3.500</b>	0,40	0,47	0,84	0,59	1,28	0,71	1,51	0,78
<b>4.000</b>	0,42	0,50	0,93	0,64	1,44	0,78	1,69	0,85
<b>4.500</b>	0,45	0,53	1,02	0,69	1,59	0,85	1,88	0,93
<b>5.000</b>	0,48	0,57	1,11	0,74	1,75	0,92	2,07	1,01
<b>6.000</b>	0,54	0,63	1,30	0,84	2,06	1,06	2,44	1,16
<b>10.000</b>	0,76	0,90	2,03	1,25	3,30	1,60	3,94	1,78

RBC 1 = Razão Benefício-Custo no cenário 1      RBC 2 = Razão Benefício-Custo no cenário 2

Tabela 3.8 - Resultado da análise de sensibilidade para a produção leiteira e diferentes adicionais no preço do leite, considerando o período de 10 anos

Produção l/vaca/ano	R\$ 0,00		R\$ 0,01		R\$ 0,02		R\$ 0,025	
	RBC 1	RBC 2	RBC 1	RBC 2	RBC 1	RBC 2	RBC 1	RBC 2
<b>3.500</b>	0,55	0,70	1,30	0,93	2,05	1,16	2,42	1,27
<b>4.000</b>	0,60	0,76	1,46	1,03	2,31	1,29	2,74	1,42
<b>4.500</b>	0,65	0,83	1,62	1,13	2,58	1,42	3,06	1,57
<b>5.000</b>	0,71	0,90	1,78	1,23	2,85	1,56	3,38	1,72
<b>6.000</b>	0,81	1,03	2,09	1,43	3,38	1,82	4,02	2,02
<b>10.000</b>	1,23	1,57	3,37	2,23	5,51	2,88	6,58	3,21

RBC 1 = Razão Benefício-Custo no cenário 1      RBC 2 = Razão Benefício-Custo no cenário 2

A sensibilidade da RBC à produção pode representar um diferencial e um estímulo a mais para os grandes produtores aderirem à certificação. A indústria de lácteos, que já agrega valor à escala de produção, poderá ter a oportunidade de obter avanços na certificação de grandes propriedades leiteiras, pois o grande estabelecimento poderá se beneficiar da influência da escala de produção no retorno do investimento. Para a mesma indústria, é provável que lidar com um grande número de produtores menores seja um complicador para alcançar a adesão em massa.



### 3.5 Influência dos custos dos serviços veterinários

Nas tabelas 3.9 e 3.10, são apresentados resultados da simulação do impacto do preço cobrado por testes diagnósticos, considerando vários valores pagos por litro de leite, em dois horizontes temporais, de 5 e 10 anos respectivamente.

Tabela 3.9 - Resultado da análise de sensibilidade para o valor do teste diagnóstico, considerando o período de avaliação de 5 anos e diferentes adicionais no preço do leite

Valor do teste (R\$)	Sem adicional		Adicional de R\$ 0,01		Adicional de R\$ 0,02		Adicional de R\$ 0,025	
	RBC 1	RBC 2	RBC 1	RBC 2	RBC 1	RBC 2	RBC 1	RBC 2
<b>9,00</b>	0,46	0,54	1,04	0,70	1,63	0,86	1,92	0,94
<b>10,00</b>	0,45	0,53	1,02	0,69	1,59	0,85	1,88	0,93
<b>11,00</b>	0,44	0,53	1,00	0,69	1,56	0,85	1,84	0,92
<b>15,00</b>	0,41	0,52	0,93	0,67	1,45	0,83	1,71	0,90

RBC 1 = Razão Benefício-Custo no cenário 1      RBC 2 = Razão Benefício-Custo no cenário 2

Tabela 3.10 - Resultado da análise de sensibilidade para o valor do teste diagnóstico, considerando o período de avaliação de 10 anos e diferentes adicionais no preço do leite

Valor do teste (R\$)	Sem adicional		Adicional de R\$ 0,01		Adicional de R\$ 0,02		Adicional de R\$ 0,025	
	RBC 1	RBC 2	RBC 1	RBC 2	RBC 1	RBC 2	RBC 1	RBC 2
<b>9,00</b>	0,67	0,84	1,66	1,14	2,65	1,44	3,15	1,58
<b>10,00</b>	0,65	0,83	1,62	1,13	2,58	1,42	3,06	1,57
<b>11,00</b>	0,64	0,82	1,57	1,12	2,51	1,41	2,98	1,56
<b>15,00</b>	0,57	0,80	1,41	1,08	2,26	1,36	2,68	1,50

RBC 1 = Razão Benefício-Custo no cenário 1      RBC 2 = Razão Benefício-Custo no cenário 2

No período de cinco anos nenhum dos valores de testes, em qualquer dos cenários, permitiu que o Ponto de Equilíbrio fosse atingido, quando não houve pagamento de adicional no preço do leite. Nesse mesmo período de avaliação e a partir do pagamento de R\$ 0,01 de adicional, o Ponto de Equilíbrio só não foi atingido no cenário 1 quando o teste custava R\$ 15,00. No cenário 2, nenhum valor de incremento no preço do leite, com qualquer que fosse o valor do teste, permitiu que o Ponto de Equilíbrio viesse a ser atingido em cinco anos,

conforme tabela 3.9. Para este, somente o pagamento de R\$ 0,01 a mais no preço do leite, no período de dez anos, conforme tabela 3.10, fez os benefícios alcançarem os custos e em todas as faixas de preço do teste. Os resultados mostram que o valor final da RBC foi pouco sensível à variação dos custos do serviço veterinário.

### 3.6 Influência do horizonte temporal

A tabela 3.11 apresenta o resultado da análise do horizonte temporal, em dois cenários de prevalência e quatro simulações quanto ao pagamento de adicionais ao preço do leite. A tabela 3.12 apresenta resultados de avaliação similar, porém os cálculos consideraram que não haveria pagamento pelas vacas reagentes.

Nas situações em que não se pagava nenhum adicional no preço do leite de propriedades em certificação, ou certificadas, observou-se que a Razão Benefício-Custo foi desfavorável nos períodos de avaliação de cinco e dez anos, seja no cenário 1, ou no cenário 2.

Tabela 3.11 - Resultado da análise para horizonte temporal, em dois cenários de prevalência e quatro simulações quanto ao pagamento de adicionais no preço do leite

Nível de prevalência inicial	Nº anos para atingir Ponto de Equilíbrio com diferentes valores de adicionais			
	R\$ 0,00	R\$ 0,01	R\$ 0,02	R\$ 0,025
10%	NA*	≥ 5	≥ 3	≥ 3
40%	NA*	≥ 9	≥ 7	≥ 6

\* Não atingido no período de dez anos

As únicas exceções ocorreram em propriedades com média de produção anual de 10.000 litros de leite por vaca, nos dois cenários, quando o período de avaliação foi de dez anos e em propriedades com média de produção acima de 6.000 litros, num cenário de alta prevalência e no mesmo período de avaliação, como pode ser observado na tabela 3.8. O modelo mostrou

que à medida que o valor do incentivo foi aumentado, o tempo necessário para se atingir o Ponto de Equilíbrio foi reduzido. O maior prazo para retorno dos investimentos no cenário 2 poderá dificultar a adesão à certificação de propriedades com alta prevalência da tuberculose.

Tabela 3.12 - Resultado da análise para horizonte temporal, em dois cenários de prevalência, quatro diferentes adicionais no preço do leite e sem recebimento pelas vacas reagentes.

Nível de prevalência inicial	Nº anos para atingir Ponto de Equilíbrio com diferentes valores de adicionais			
	R\$ 0,00	R\$ 0,01	R\$ 0,02	R\$ 0,025
10%	NA*	≥ 7	≥ 4	≥ 3
40%	NA*	NA*	≥ 9	≥ 8

\* Não atingido no período de dez anos

Observou-se que o tempo necessário para atingir o Ponto de Equilíbrio foi aumentado quando o pecuarista deixou de receber pela eliminação de vacas reagentes positivas, sendo que, no cenário de alta prevalência, o recebimento de R\$ 0,01 de adicional ao preço do leite não foi suficiente para que os benefícios viessem a alcançar os custos no período de dez anos. Quando o adicional foi de R\$ 0,02 ou R\$ 0,025, o Ponto de Equilíbrio foi atingido próximo ao final do período de avaliação nesse cenário, conforme tabela 3.12.

No cenário 1, o Valor Atual Líquido foi negativo quando não havia adicional no preço do leite, nos períodos de avaliação de cinco e dez anos. A partir do pagamento de R\$ 0,01 de adicional, o VAL e a TIR foram positivos. No cenário 2, o VAL e a TIR foram negativos em todos os níveis de incentivos no período de cinco anos. No período de dez anos, só foram negativos quando não houve pagamento de adicional, o que pode ser observado na tabela 3.5.

### **3.7 Influência do incremento no preço do leite**

Os resultados apresentados na tabela 3.5, indicam que o nível do incremento no preço do leite produzido em propriedades participantes da certificação é item de grande importância para o retorno do investimento em menores prazos e de forma mais expressiva. Especialmente quando o período avaliado foi de cinco anos, o pagamento de incentivos foi essencial à viabilidade da certificação. No período de dez anos, ainda que sem adicional, o investimento foi viável apenas em propriedades de alta produção. O incremento de R\$ 0,01 no preço do leite possibilitou atingir o Ponto de Equilíbrio no cenário 1 próximo ao ano 4. Já no cenário 2, mesmo com o pagamento de R\$ 0,025 de incentivo, o Ponto de Equilíbrio só foi atingido após o ano 5. O cenário de baixa prevalência mostrou-se mais sensível do que o cenário de alta prevalência ao pagamento de adicionais no preço do leite.

O saneamento não associado a adicionais ao preço do leite não se mostrou compensador nos cenários 1 e 2. Seja no período de cinco, ou de dez anos de avaliação, a RBC ficou sempre abaixo de 1. Com o pagamento de R\$ 0,01 de adicional no preço do leite o Ponto de Equilíbrio foi atingido no cenário 1 já no período de cinco anos. No cenário 2, nenhum dos níveis de adicional no preço do leite foi capaz de levar ao Ponto de Equilíbrio em cinco anos. Este somente foi atingido a partir do pagamento de R\$ 0,01 e no período de dez anos de avaliação.

Comparando-se os dois cenários, observou-se que a viabilidade da certificação em períodos mais curtos só ocorreu em situações de baixa prevalência. No cenário de alta prevalência, independentemente do adicional pago pelo leite, a viabilidade se deu no período de dez anos.

## 4 CONCLUSÃO

O presente estudo indicou que o certificado de propriedade livre seria obtido em torno de quinze e dezoito meses, respectivamente, para os cenários de baixa e alta prevalência. Poderão ser desenvolvidos estudos futuramente, utilizando modelos mais complexos, que considerem a difusão intra-rebanho e a reintrodução da doença e, ainda, a ocorrências de resultados falso-positivos. O maior tempo necessário para o retorno dos investimentos em cenários de alta prevalência inicial poderá inibir a adesão dos produtores à certificação.

O valor final da RBC mostrou-se muito sensível à média de produção leiteira do estabelecimento, o que deixa as propriedades de alta produção em situação mais favorável para aderir ao processo. Os resultados do trabalho indicam também que a RBC do processo de certificação é bastante sensível ao pagamento de adicionais no preço do leite. Ou seja, a adesão dos pecuaristas à certificação vai depender, em grande medida, dos incentivos econômicos oferecidos pela indústria de laticínios ou pelos órgãos governamentais.

A variação ampla dos custos dos serviços veterinários influenciou pouco a RBC da certificação de propriedades livres, em razão de este parâmetro pesar pouco no modelo. Já a venda das vacas reagentes para o abate sanitário, ou o recebimento de indenização pela eliminação desses animais, mostrou-se relevante sob o ponto de vista de favorecer a viabilidade da certificação e de reduzir o tempo necessário ao retorno dos investimentos.

Este estudo poderá colaborar com uma análise bio-econômica relacionada ao controle e erradicação da tuberculose dos bovídeos, bem como com a identificação de pontos críticos a serem considerados no planejamento e no desenvolvimento do PNCEBT. Espera-se, ainda, que possa fornecer subsídios para a tomada de decisão de criadores com relação ao programa

de certificação e para o estabelecimento de políticas de preços diferenciados pelas indústrias de lácteos.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHÃO, R.M.C.M.; NOGUEIRA, P.A.; MALUCELLI, M.I.C. O comércio clandestino de carne e leite no Brasil e o risco da transmissão da tuberculose bovina e outras doenças ao homem: um problema de saúde pública. **Archives of Veterinary Science**, v.10, p. 1-17, 2005.

ACHA, P.N.; SZYFRES, B. **Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales**. 2ª Ed. Publicación Científica N° 503. 1986.

ASSIS, A.G.; STOCK, L.A.; CAMPOS, O.F.; GOMES, A.T.; ZOCCAL, R.; SILVA, M.R. Sistemas de produção de leite no Brasil. **Circular Técnica 85 Embrapa**. 2005.

AYELE, W.Y.; NEILL, S.D.; ZINSSTAG, J.; WEISS, M.G.; PAVLIK, I. Bovine tuberculosis: an old disease but a new threat to África. **The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease**, v. 8, p. 924-937, 2004.

BARRERA, L.; KANTOR, I.N. Nontuberculous mycobacteria and *Mycobacterium bovis* as a cause of human disease in Argentina. **Tropical and Geographical Medicine**, v. 39, p. 222-227, 1987.

BARWINEK, F.; TAYLOR, N.M. **Assessment of the socio-economic importance of bovine tuberculosis in Turkey and possible strategies for control or eradication**. Turkish-German Animal Health Information Project. Ankara. 1996.

BEIGUELMAN, B. **Curso Prático de Bioestatística**. 5ª Ed. 2002.

BELCHIOR, A.P.C. **Prevalência, distribuição regional e fatores de risco da tuberculose bovina em Minas Gerais**. 55 p. Dissertação (mestrado). Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.

BENENSON, A.S. **Manual para el control de las enfermedades transmisibles**. 16ª ed. Washington. 1997.

BERNUÉS, A.; MANRIQUE, E.; MAZA, M.T. Economic evaluation of bovine brucellosis and tuberculosis eradication programmes in a mountain area of Spain. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 30, p. 137-149, 1997.

BRASIL. Lei nº 569, de 21 de dezembro de 1948. Estabelece medidas de defesa sanitária animal e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Rio de Janeiro, 23 dez. 1948, p. 18256.

BRASIL. Decreto nº 27.932, de 28 de março de 1950. Aprova o regulamento para aplicação das medidas de defesa sanitária animal. **Diário Oficial da União**, Rio de Janeiro, 30 mar. 1950, p. 4873.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 2, de 10 de janeiro de 2001. Institui o Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose Animal – PNCEBT. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 jan. 2001. Seção 1, p. 5.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. **Manual Técnico do Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose Animal**. Brasília, 2006a.

BRASIL. Ministério da Saúde – Secretaria de Vigilância à Saúde. **Tuberculose (todas as formas), distribuição de casos confirmados, por Unidade Federada, Brasil, 1980-2005**. Brasília: MS, 2006b. Disponível em:  
< [http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/tuberculose\\_2006.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/tuberculose_2006.pdf)>. Acesso em 10 fev. 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Resumo do Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose Animal**, 2007. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em 5 jul. 2007.

BUDDLE, B.M. *et al.* Use of ESAT-6 in the interferon- $\gamma$  test for diagnosis of bovine tuberculosis following skin testing. **Veterinary Microbiology**, v. 80, p. 37-46, 2001.

CEPEA – CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA **Indicadores de preços, leite, preços ao produtor, série histórica de preços nominais e deflacionados**, 2004 a 2007. Disponível em:  
<[http://www.cepea.esalq.usp.br/leite/serie\\_precos\\_leite.xls](http://www.cepea.esalq.usp.br/leite/serie_precos_leite.xls)>. Acesso em: 22 nov. 2007.

CIRCULAR DCI Nº 520. **Exportação para a Rússia: detecção nas linhas de inspeção de lesões de tuberculose, brucelose e leucose**. Brasília, DF, 2003.

COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPÉIAS. **Decisão da Comissão nº C(2003)1925**. Luxemburgo: Jornal Oficial da União Européia, 2003.

COUSINS, D.V.; CORNER, L.A.; TOLSON, J.W.; JONES, S.L.; WOOD, P.R. **Eradication of bovine tuberculosis from Australia: key management and technical aspcts**. Austrália. 1998.

DENES, L. Some economic aspects of bovine tuberculosis eradication in Hungary. **Bulletin du Office International des Epizooties**, v. 93, 1981.

DIAS, R.A. **Caracterização espacial da brucelose bovina no Estado de São Paulo**. 112 p. Tese (doutorado). Fac. Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

DIJKHUIZEN, A.A.; MORRIS, R.S. **Animal Health Economics**. Principles and Applications. Austrália: University of Sydney, 1997.

EMBRAL LEILÕES RURAIS. **Resultados, média geral de preços girolando, 2004 a 2007**. Disponível em: <[http://www.embral.com.br/resultados\\_ano.asp](http://www.embral.com.br/resultados_ano.asp)>. Acesso em: 22 nov. 2007.



ESSEY M. A.; KOLLER M. A. Status of bovine tuberculosis in North America. **Veterinary Microbiology**, v. 40, p. 15-22, 1994.

EUZÉBY, J.P. LPSN - List of Prokaryotic Names With Standing in Nomenclature. - Genus *Mycobacterium*. Disponível em: <<http://www.bacterio.cict.fr/m/mycobacterium.html>>. Acesso em: 8 fev. 2008.

FGV – FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna – IGP-DI, Série Histórica 1/2004 a 10/2007. Disponível em: <[http://www.fgvdados.fgv.br/bf/dsp\\_frs\\_pai\\_ferramentas.asp](http://www.fgvdados.fgv.br/bf/dsp_frs_pai_ferramentas.asp)>. Acesso em: 26 nov. 2007.

FONSECA, L.F.L.; CARVALHO, M.P. Leite, política e derivados. São Paulo: Quiron Livros, 2004.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. Global Livestock Production and Health Atlas – GLIPHA. South America. Livestock population cattle. 2004 Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/aga/glipha/index/jsp>>. Acesso em: 17 jan. 2008.

GONÇALVES, A. Técnicas de Previsão em Finanças: Uma Aplicação na Administração de Carteiras de Ativos. In: III SEMEAD FEA USP, 1998. São Paulo.

GONÇALVES, V.S.P. Programas de controle e erradicação da tuberculose bovina. In: LAGE, A.P. et al. Atualização em tuberculose bovina. Belo Horizonte: FEP-MVZ, 1998. p. 53-59.

GORDEJO, F.J.R.; VERMEERSCH, J.P. Towards eradication of bovine tuberculosis in the European Union. **Veterinary Microbiology**, v. 112, p. 101-109, 2006.

GRANGE, J.M.; YATES, M.D. Zoonotic aspects of *Mycobacterium bovis* infection. **Veterinary Microbiology**, v. 40, p. 137-151, 1994.

HENRIQUES, P.D.; CARVALHO, M.L.S.; BRANCO, M.C.; BETTENCOURT, E.M. Economia da Saúde e da Produção Animal. Lisboa, 1ª Ed., 2004.

HOMEM, V.S.F. Brucelose e tuberculose bovinas no município de Pirassununga, SP: prevalências, fatores de risco e estudo econômico. 112 p. Tese (doutorado) – Fac. Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA Sistema de Recuperação Automática – SIDRA. Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo – IPCA 2007. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/precos/default.asp>>. Acesso em: 11 jan. 2008.

JAMES, A.D.; RUSHTON, J. The economics of foot and mouth disease. **Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.** v. 21, p. 637-644, 2002.

KANTOR, I.N.; RITACCO, V. An update on bovine tuberculosis programmes in Latin American and Caribbean Countries. **Veterinary Microbiology**, v. 112, p. 111-118, 2006.

LAGE, A.P.; LOBATO, F.C.F.; MOTA, P.M.P.C.; GONÇALVES, V.S.P. Atualização em tuberculose bovina. Belo Horizonte: FEP-MVZ, 1998.

LEILOBOI LEILÕES RURAIS. **Resultados, Bovino Elite, média geral de preços girolando, 2004 a 2007**. Disponível em: <<http://www.leiloboi.com.br/resultado1.htm>>. Acesso em: 22 nov.2007.

LIS, H. Economical estimation of animal disease eradication schemes in Poland. **Bulletin du Office International des Epizooties**, v. 92, 1980.

MARÍN, L.M.L.; OTERO, F.D.; MAZA, A.J.V.; SOLÍS, H.E.; PABELLO, J.A.G. Tuberculosis humana y bovina en latinoamérica: de estudios sobre virulencia hacia herramientas para su control. **Revista Latinoamericana de Microbiología**, v. 48, p. 173-178, 2006.

MARTIN, S. W.; MEEK, A.H.; WILLBERG, P. **Veterinary Epidemiology**. Principles and Methods. EUA: Iowa State University Press, 4ª Ed., 1994.

MONAGHAN, M. L. *et al.* The tuberculin test. **Veterinary Microbiol**, v. 40, p.111-124, 1994.

MOTA, P.M.P.C. **Tuberculose bovina: diagnóstico e controle**. 48 p. Tese (doutorado). Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.

MULLER, E.E. Qualidade do leite, células somáticas e prevenção da mastite. In: Simpósio sobre Sustentabilidade da Pecuária Leiteira na Região Sul do Brasil, II., 2002, Toledo. **Anais**. Maringá: UEM/CCA/DZO-NUPEL, 2002, p.206-217

MURRAY, C. J. L.; STYBLO, K. ROUILLON, A. Tuberculosis in developing countries: Burden, intervention and cost. **Bulletin of the International Union against Tuberculosis and Lung Diseases**, v. 65, p. 6-24, 1990.

NFBG. **The transmission, prevention and control of bovine tuberculosis in cattle in Great Britain**. A paper submitted to the Royal Society Inquiry into foot and mouth and the future of farming and the countryside. 2001.

OIE. **Manual of Diagnostics Tests and Vaccines for Terrestrial Animals**. Chapter 2.3.3 Paris. 2004. Disponível em: <[http://www.oie.int/eng/normes/mmanual/A\\_00054.htm](http://www.oie.int/eng/normes/mmanual/A_00054.htm)>. Acesso em: 7 fev. 2008.

ORGANIZATION MONDIALE DE LA SANTÉ ANIMALE. **Revue Scientifique et Technique. Économie et Contrôle des Maladies Animales**. Paris: OIE, 1999.

OIE. **Terrestrial Animal Health Code**. World Animal Health Organization. Paris. 2007. Disponível em: <[http://www.oie.int/eng/normes/mcode/en\\_sommaire.htm](http://www.oie.int/eng/normes/mcode/en_sommaire.htm)>. Acesso em: 20 out. 2007.

O'REILLY, L.M.; DABORN, C.J. The epidemiology of *Mycobacterium bovis* infections in animals and man: a review. **Tubercle and Lung Disease**, 76 Supplement 1. p. 1-46, 1995.

PAULIN, L.M.; FERREIRA NETO, J.S. **O combate à brucelose bovina. Situação brasileira**. Jaboticabal: Funep, 154 p., 2003.

PORTALBRASIL. **Rendimento acumulado da poupança em 2007**. Disponível em: <[http://www.portalbrasil.net/poupanca\\_mensal.htm](http://www.portalbrasil.net/poupanca_mensal.htm)>. Acesso em: 11 jan. 2008.

PRITCHARD D.G. A century of bovine tuberculosis 1888-1988: conquest and controversy. **Journal of Comparative Pathology**. v. 99, p. 357-399, 1988.

RENOLFI, M.C.; MARIOT, V. Análisis de prefactibilidad económica de una fábrica de envases de madera en Santiago del Estero. **Revista de Ciencias Forestales**, v. 9, p. 71-82, 2002.

ROSEMBERG, J. Tuberculose: Aspectos históricos, realidades, seu romantismo e transculturação. **Boletim de Pneumologia Sanitária**, v. 7, n. 2, p. 5-29, jul-dez. 1999.

ROSEMBERG, J. Mecanismo imunitário da tuberculose: síntese e atualização. **Boletim de Pneumologia Sanitária**, v. 9, n. 1, p. 35-59, jun. 2001.

ROXO, E. Tuberculose bovina: revisão. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 63, nº 2, p. 91-97, 1996.

RUA-DOMENECH, R.; GOODCHILD, A.T.; VORDERMEIER, H.M.; HEWINSON, R.G.; CHRISTIANSEN, K.H.; CLIFTON-HADLEY, R.S. Ante mortem diagnosis of tuberculosis in cattle: a review of the tuberculin tests,  $\gamma$ -interferon assay and other ancillary diagnostic techniques. **Research in Veterinary Science**, v. 81, p. 190-210, 2006.

RUSHTON, J. **A Sócio-Economic Assessment of Bovine Tuberculosis in Turkey. Turkish-German Animal Health Information Project**. 1995.

SEBRAE-MG. **Diagnóstico da pecuária leiteira do Estado de Minas Gerais**: relatório de pesquisa/SEBRAE-MG; FAEMG. Belo Horizonte, 102 p., 1996.

SEBRAE-MG. **Diagnóstico da pecuária leiteira do Estado de Minas Gerais em 2005**: relatório de pesquisa/SEBRAE-MG; FAEMG. Belo Horizonte, 156 p., 2006.

SENASA - SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA Y PESCA -. **Plan Nacional de Control y Erradicacion de la Tuberculosis Bovina**. Buenos Aires, 78p., 1994.

STOCK, L.A.; HEMME, T.; OLIVEIRA, A.F.; CARNEIRO, A.V.; RESENDE, J.C.; TEIXEIRA, S.R.; VERNEQUE, R.S.; VIEIRA, E.J. Leite no mundo e as chances do produtor brasileiro. In: 42ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005, Goiânia. **Anais**.

THOEN, C.; LOBUE, P.; KANTOR, I. The importance of *Mycobacterium bovis* as a zoonosis. **Veterinary Microbiology**, v. 112, p. 339-345, 2006.

THRUSFIELD, M. **Veterinary Epidemiology**. Cambridge. The University Press, 2ª Ed., 1995.

VILELA, D.; BRESSAN, M.; CUNHA, A.S. **Cadeia de lácteos no Brasil: restrições ao seu desenvolvimento**. Juiz de Fora. 2001.

WOLF, C. Producer livestock disease management incentives and decisions. **International Foods and Agribusiness Management Review**, v. 8, 2005.