



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE ANIMAL

ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS E ECONÔMICOS DA
CERTIFICAÇÃO DE PROPRIEDADES LEITEIRAS COMO
LIVRES DE BRUCELOSE E TUBERCULOSE BOVINA

BRUNO MEIRELES LEITE

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM SAÚDE ANIMAL

BRASÍLIA/DF

JULHO 2012



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE ANIMAL

ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS E ECONÔMICOS DA
CERTIFICAÇÃO DE PROPRIEDADES LEITEIRAS COMO
LIVRES DE BRUCELOSE E TUBERCULOSE BOVINA

BRUNO MEIRELES LEITE

ORIENTADOR: VITOR SALVADOR PICÃO GONÇALVES

PUBLICAÇÃO: 046/2012

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM SAÚDE ANIMAL

BRASÍLIA/DF

JULHO 2012



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE ANIMAL

ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS E ECONÔMICOS DA CERTIFICAÇÃO DE
PROPRIEDADES LEITEIRAS COMO LIVRES DE BRUCELOSE E
TUBERCULOSE BOVINA

BRUNO MEIRELES LEITE

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA
AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
SAÚDE ANIMAL, COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA
OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM
SAÚDE ANIMAL.

APROVADA POR:

VITOR SALVADOR PICÃO GONÇALVES, DOUTOR (FAV-UNB)
(ORIENTADOR)

JORGE CAETANO JUNIOR, DOUTOR (MAPA)
(EXAMINADOR EXTERNO)

ERNEST ECKEHARDT MÜLLER, DOUTOR (UEL)
(EXAMINADOR EXTERNO)

BRASÍLIA/DF, 04 DE JULHO DE 2012

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA E CATALOGAÇÃO

LEITE, B.M. **Aspectos epidemiológicos e econômicos da certificação de propriedades leiteiras como livres de brucelose e tuberculose bovina.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2012, 81 p. Dissertação de Mestrado.

Documento formal, autorizando reprodução desta dissertação de mestrado para empréstimo ou comercialização, exclusivamente para fins acadêmicos, foi passado 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

Leite, Bruno Meireles

Aspectos epidemiológicos e econômicos da certificação de propriedades leiteiras como livres de brucelose e tuberculose bovina./Bruno Meireles Leite/ Orientação de Vitor Salvador Picão Gonçalves – Brasília, 2012 81 p.:il.

Dissertação de Mestrado (M) – Universidade de Brasília/ Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2012.

1. Análise econômica 2. Certificação 3. Brucelose 4. Tuberculose. I. Gonçalves, V.S.P. II. Título

CDD ou CDU
Agris/FAO

DEDICATÓRIA

Para Isabela.

EPÍGRAFE

*“O real não está na saída nem na chegada,
ele se dispõe para a gente é no meio da travessia.”*

Riobaldo

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe por me ensinar a nunca desistir de meus sonhos e, principalmente, nunca parar de sonhar.

Agradeço ao meu pai por me ensinar fazer bem feito tudo aquilo que me propus a fazer.

Se não aprendi, não foi por falta de horas/aula.

Agradeço à Isabela, minha esposa, pela paciência e compreensão durante esse período e por tudo que vem me ensinando ao longo desse convívio.

Ao professor Dr. Vitor Gonçalves pela orientação, profissionalismo e amizade.

À minha colega de trabalho e amiga Elaine Sena, pois sem sua compreensão e apoio não seria possível realizar esse trabalho.

Ao Dr. José Reinaldo Mendes Ruas, da Epamig, e sua equipe da Fazenda Experimental de Felixlândia, MG, que forneceram dados e informações preciosas para este trabalho.

Ao Dr. Feliciano Oliveira e sua equipe da Emater/MG que me receberam para uma boa conversa que tanto contribuiu para a definição de parâmetros aqui utilizados.

Aos colegas da Divisão de Brucelose e Tuberculose, Gabriela, Bárbara e José Ricardo que tanto contribuíram para conclusão do trabalho.

À Ana Lourdes e Priscila Cremer que eu tanto incomodei querendo informações sobre formatação, atalhos do Word, ritos burocráticos e demais chatices.

A todos que de uma forma ou de outra fizeram parte desta jornada.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	2
LISTA DE TABELAS	6
RESUMO	8
ABSTRACT.....	9
CAPÍTULO I	10
INTRODUÇÃO.....	10
REFERENCIAL TEÓRICO	11
REFERÊNCIAS	28
CAPÍTULO II.....	33
INTRODUÇÃO.....	33
MATERIAL E MÉTODOS	35
1. Estrutura metodológica.....	35
2. Rebanhos modelo.....	35
2.1. Rebanho 1	36
2.2 Rebanho 2.....	38
2.3 Prevalência inicial e saneamento dos rebanhos	41
2.3 Impacto das doenças.....	42
2.4 Modelo econômico.....	44
3. Custos.....	46
4. Benefícios.....	47
5. Análise de sensibilidade e simulação de cenários	49
RESULTADOS	51
DISCUSSÃO.....	73
CONCLUSÃO	76
REFERÊNCIAS	77

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 5 anos, para o Rebanho 1	52
Figura 2 - Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 10 anos, para o Rebanho 1	52
Figura 3 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 5 anos, com o pagamento de indenização de 50% para o Rebanho 1	53
Figura 4 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 5 anos, com o pagamento de adicional de R\$0,01 para o Rebanho 1	53
Figura 5 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 10 anos, para o Rebanho 2	54
Figura 6 – Comparação entre RBC em 5 anos sem adicional e com adicional de R\$ 0,01/litro de leite, para o rebanho 2	55
Figura 7 – Comparação entre RBC em 5 anos sem adicional e com adicional de R\$ 0,02/litro de leite, para o rebanho 2	55
Figura 8 – Probabilidade de retorno de investimento, com base na RBC em 10 anos, com adicional de R\$ 0,02/litro de leite para o rebanho 2	56
Figura 9 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 10 anos, com pagamento de indenização de 50% do animal eliminado para o rebanho 2	57

Figura 10 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 10 anos, com pagamento de indenização de 75% do animal eliminado para o rebanho 2	57
Figura 11 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 10 anos, com pagamento de indenização de 100% do animal eliminado para o rebanho 2	58
Figura 12 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 5 anos, com pagamento de indenização de 100% e adicional de R\$ 0,01 para o rebanho 2	59
Figura 13 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 5 anos, com pagamento de indenização de 100% e adicional de R\$ 0,01 para o rebanho 2	59
Figura 14 – probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 10 anos, com indenização de 50% e adicional de R\$0,01/L para o Rebanho 2	60
Figura 15 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 10 anos, com indenização de 75% e adicional de R\$0,01/L para o Rebanho 2	60
Figura 16 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 10 anos, para o Rebanho 1	61
Figura 17 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 10 anos, para o Rebanho 2	62
Figura 18 – Probabilidade de retorno do investimento, com base	

na RBC em 10 anos, com indenização de 75% e adicional de R\$0,02/L para o Rebanho 1	62
Figura 19 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 10 anos, com indenização de 100% e adicional de R\$0,02/L para o Rebanho 2	63
Figura 20 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 5anos, para o Rebanho 1	64
Figura 21 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 5 anos, com pagamento de indenização de 100% e adicional de R\$0,02 para o Rebanho 2	64
Figura 22 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 10 anos, com indenização de 100% para o Rebanho 2	65
Figura 23 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 10 anos, com indenização de 75% e adicional de R\$0,01 para o Rebanho 2	65
Figura 24 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 10 anos, com indenização de 100% e adicional de R\$0,01 para o Rebanho 2	66
Figura 25 – Probabilidade de fluxo de caixa positivo para o Rebanho 1 livre de tuberculose	67
Figura 26 – Probabilidade de retorno de investimento, com base na RBC em 5 anos, com pagamento de 100% de indenização e adicional de R\$0,01 para o Rebanho 1	67

Figura 27 – Probabilidade de fluxo de caixa positivo com pagamento de R\$0,02/L para o Rebanho 2	68
Figura 28 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 10 anos, com indenização de 100% e adicional de R\$0,02 para o rebanho 2	68
Figura 29 – Probabilidade de retorno do investimento para certificação de propriedade livre de brucelose, com base na RBC em 5 anos, para o Rebanho 1	69
Figura 30 – Probabilidade de retorno do investimento para certificação de propriedade livre de brucelose, com base na RBC em 10 anos, para o Rebanho 2	70
Figura 31 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 5 anos, com indenização de 75% para o Rebanho 2	70

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1 - Industrialização do leite no Brasil – 2007	18
Tabela 2 - Produção brasileira de queijo - (toneladas)	19
Tabela 3 – Principais índices zootécnicos do Rebanho 1	36
Tabela 4 – Principais índices zootécnicos do Rebanho 2	39
Tabela 5 – Modelo para saneamento de rebanho infectado	41
Tabela 6 – Valores de especificidade e sensibilidade dos testes AAT, 2-ME e TCC utilizados no saneamento dos rebanhos modelo.	42
Tabela 7 – Número de testes realizados no 1º ano para certificação do Rebanho 1 como livre de tuberculose e brucelose com 2 testes negativos e prevalência 0%	71
Tabela 8 – Resultado econômico, em 10 anos, da certificação do Rebanho 1 com 2 testes negativos e pagamento adicional de R\$0,02/L	71
Tabela 9 – Resultado econômico, em 5 anos, da certificação do Rebanho 1 com 2 testes negativos, pagamento adicional de R\$0,02/L e de 15% do valor dos testes	71
Tabela 10 - Número de testes realizados no 1º ano para certificação do Rebanho 2 como livre de tuberculose	

e brucelose com prevalência 0% 72

Tabela 11 – Número de testes realizados no 1º ano para certificação do Rebanho 2 como livre de tuberculose e brucelose com 2 testes negativos e prevalência 72

Tabela 12 – Número de testes realizados no 1º ano para certificação do Rebanho 2 como livre de tuberculose e brucelose com 2 testes negativos e prevalência 72

Tabela 13 – Resultado econômico, em 5 anos, para a certificação do Rebanho 2 como livre de tuberculose e brucelose com 2 testes negativos e subsídio de 70% do valor dos testes 73

RESUMO

Uma das principais estratégias do Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Animal (PNCEBT) é a certificação de propriedades livres destas duas doenças. Como a adesão dos produtores a esta certificação é voluntária, se faz necessário conhecer melhor os condicionantes técnicos e econômicos deste processo visando contribuir para o melhor planejamento das ações do PNCEBT. Para isso foram construídos modelos de análise custo-benefício para dois tipos de rebanhos leiteiros. Um de maior produção e com boas práticas sanitárias e de manejo e outro de menor produção e com índices zootécnicos inferiores. Foram simulados os efeitos da brucelose e da tuberculose em diferentes cenários de prevalência inicial, os custos e os benefícios do saneamento, além de possíveis cenários que poderiam alterar o resultado econômico do processo. A brucelose teve maior impacto econômico do que a tuberculose. Quando as duas doenças estavam presentes, o retorno econômico do investimento na certificação ocorreu apenas para o grande produtor. Para que o pequeno produtor tivesse retorno do investimento foi necessário o pagamento de indenização de 100% do valor dos animais eliminados ou a combinação de indenização de 75% do valor dos animais eliminados e adicional de R\$0,01/litro de leite produzido. A certificação separada para cada doença se mostrou uma boa alternativa por reduzir os custos iniciais e de manutenção fazendo com que houvesse uma maior probabilidade de retorno do investimento em menor tempo. A certificação com dois testes negativos em cenário de ausência de doenças reduziu o custo inicial em 33,6% porém foi necessário o pagamento adicional por litro de leite ou subsídio aos testes para que houvesse probabilidade de retorno de investimento para ambos os rebanhos. Ficou demonstrado que o retorno do investimento na certificação depende de políticas de incentivos que deverão ser diferenciadas por tipo de produtor e situação epidemiológica.

Palavras-chaves: Análise econômica; Certificação; Brucelose; Tuberculose.

ABSTRACT

One of the main strategies of the National Program for Eradication of Brucellosis and Tuberculosis (PNECBT) is the accreditation of free bovine herds. As this accreditation is not mandatory, the economic and epidemiological factors that may influence the producer's decision should be investigated aiming a better planning of the PNECBT. To reach this goal, a benefit-cost model was developed for two kinds of dairy herds. One with higher production and sound sanitary and reproductive practices and the other one with a smaller production and less sound sanitary and reproductive practices. The impact of the diseases was simulated considering different scenarios of initial prevalence, the costs and benefits of the accreditation and other ones that might influence the economic result. The brucellosis had more economic impact than tuberculosis. When the herd was infected with both diseases, the economic return of the investment in the accreditation happened only for the biggest producer. For the smallest one was necessary a 100% indemnity for all positive animals or a combination of 75% indemnity and a surplus of R\$0,01/L of milk. The separated accreditation for each disease showed to be a good alternative as it reduced the initial and maintenance costs increasing the probability of the investment's return in a shorter time. The accreditation with two negative tests in the absence of diseases reduced the initial costs in 33,6% but for the existence of a probability of the investment's return was necessary a surplus on milk production or a subsidy on the tests for both producers. It was demonstrated that the return of the investment in the accreditation depends on incentive policies that should be different for each kind of producer and epidemiological situation.

Keywords: Economic analysis; Accreditation; Brucellosis; Tuberculosis.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

A brucelose e a tuberculose bovinas são duas importantes zoonoses que afetam diretamente a produção pecuária, acarretando prejuízos aos produtores que têm seus rebanhos afetados. Além de ser fonte de infecção para o homem, a tuberculose bovina causa grandes perdas econômicas resultantes da: morte de animais, queda no ganho de peso, diminuição da produção de leite, descarte precoce de animais de alto valor zootécnico e condenação de carcaças nos frigoríficos (ACHA e ZYFRES, 2001; BRASIL, 2006). Em 1986 os EUA calcularam que os benefícios da erradicação da tuberculose bovina poderiam chegar a 300 milhões de dólares (FERREIRA NETO e BERNARDI, 1997, apud HOMEM, 2003). Já a brucelose bovina causa principalmente aborto e infertilidade permanente, levando, com isso, à diminuição de 20 – 25% na produção de leite e de carne. Estima-se prejuízo anual de US\$600 milhões na América Latina (ACHA e ZYFRES, 2001). Não estão contabilizados aqui os prejuízos oriundos da transmissão desses patógenos dos animais para o homem, que incluem os custos com tratamento e ausência no trabalho.

Com o intuito de diminuir o impacto dessas zoonoses na saúde humana e animal o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) instituiu, em 2001, o Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Bovina (PNCEBT). Seus objetivos específicos são a diminuição 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 (BRASIL, 2006).

Até 2010, existiam 130 propriedades certificadas e outras 200 em processo de certificação¹. Apesar de ser uma das principais estratégias do PNCEBT, o baixo número de propriedades certificadas indica que os produtores ainda não viram benefícios suficientes que justificassem sua adesão ao processo, pois estes, em

¹ Informação da Divisão de Brucelose e Tuberculose do Departamento de Saúde Animal.

última instância, precisam do retorno financeiro de suas atividades. Por isso podemos afirmar que todo processo de certificação voluntária que acarrete mudanças nos métodos de produção ou exija novos investimentos só terão adesão caso sejam revertidos em aumento da lucratividade da atividade desenvolvida. Esse retorno, que será investigado neste trabalho, pode ser viabilizado de diversas maneiras como o pagamento diferenciado pelos produtos de propriedades certificadas, pela indenização paga por animal eliminado ou mesmo pelo simples aumento de produção decorrente do saneamento da propriedade.

REFERENCIAL TEÓRICO

1. Tuberculose bovina e seu impacto

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. A tuberculose causada pelo *M. bovis* é uma zoonose de evolução crônica que acomete principalmente bovinos e bubalinos. Caracteriza-se pelo desenvolvimento progressivo de lesões nodulares denominadas tubérculos, que podem localizar-se em qualquer órgão ou tecido (BRASIL, 2006).

Estudos recentes indicam que o complexo *M. tuberculosis* surgiu há cerca de 40 000 anos na África Ocidental e que 10 000 a 20 000 anos depois emergiram dois grupos distintos, originando as linhagens de *M. tuberculosis* no homem e outro que saiu do homem para infectar os animais, resultando em uma diversificação de hospedeiros e criando outros membros do complexo *M. tuberculosis*, incluindo o *M.*

bovis (WIRTH, 2008 apud MICHEL *et al.*, 2010; GUTIERREZ, 2005). Essa adaptação a novos hospedeiros provavelmente coincidiu com a domesticação dos animais há cerca de 13 000 anos (MICHEL *et al.*, 2010).

A principal via de transmissão do *M. bovis* é a respiratória. O patógeno é eliminado pelo animal infectado via o ar expirado, urina, fezes, leite e outros fluidos corporais, dependendo do órgão infectado. O trato digestivo também pode servir como porta de entrada para o agente. A principal fonte de infecção para um rebanho livre é a introdução de novos animais infectados. Eventualmente o homem infectado com *M. bovis* pode ser fonte de infecção para o rebanho (BRASIL, 2006).

O homem também pode ser infectado pelo *M. bovis*, principalmente devido ao consumo de leite e produtos lácteos não fervidos ou crus. São mais susceptíveis à doença as crianças, idosos e imunodeficientes, que acabam desenvolvendo mais facilmente a forma extrapulmonar da doença. Já tratadores de animais e profissionais da indústria de carne desenvolvem comumente a forma pulmonar da doença (BRASIL, 2006). Não existem muitos estudos sobre prevalência de tuberculose de origem bovina em humanos no Brasil, pois o diagnóstico clínico e a baciloscopia de escarro não permitem a identificação do agente. Mas a relação entre a tuberculose bovina e humana já era descrita mesmo antes da identificação do bacilo por Robert Koch em 1882 (ORLAND, 2003). Nos países desenvolvidos observou-se uma queda considerável na prevalência de tuberculose humana após o controle efetivo da tuberculose bovina e da obrigatoriedade da pasteurização do leite (MICHEL, 2010). A importância do *M. bovis* como agente causador da tuberculose humana ganhou importância diante da extensa epidemia de HIV no mundo, especialmente em países em desenvolvimento que também enfrentam sérios problemas com a tuberculose bovina (AYELE, 2004; COSIVI, 1998).

Os países que implantaram programa de controle baseados na tuberculinização e sacrifício dos reagentes conseguiram reduzir consideravelmente a frequência de animais infectados. Alguns países da Europa já conseguiram erradicar e outros estão em fase final de erradicação. Hoje a prevalência da doença é maior nas regiões em desenvolvimento (ACHA e ZYFRES, 2001). Na América Latina e Caribe, por exemplo, existem áreas onde a prevalência ultrapassa 1%. No Brasil, dados de notificações oficiais indicam uma prevalência média de 1,3% de animais reagentes à tuberculina no período entre 1989 e 1998 (BRASIL, 2006). A dificuldade

de controle da tuberculose bovina em países em desenvolvimento se deve à falta de recursos para a efetiva aplicação de programas de elevado custos baseados em tuberculinização e sacrifício dos reagentes (MICHAEL, 2010). Infelizmente são esses os países que apresentam os maiores riscos de transmissão do *M. bovis* de bovinos para o homem.

O controle da tuberculose bovina no Brasil segue o determinado pela Instrução Normativa SDA nº 06, de 08 de janeiro de 2004. Dentre as principais medidas estão a certificação voluntária de propriedades livres e monitoradas para tuberculose mediante testes consecutivos dos animais e sacrifício dos reagentes, controle do trânsito de animais, também mediante testes negativos. Não existem vacinas para a tuberculose bovina e o tratamento de animais infectados é proibido no país. A lei número 569, de 21 de dezembro de 1948 determina a indenização de 25% do valor do animal sacrificado em função de diagnóstico positivo para tuberculose.

Os testes aceitos oficialmente para o diagnóstico da tuberculose no Brasil hoje são o Teste Cervical Simples (TCS), o Teste Cervical Comparado (TCC) e o Teste da prega Caudal (TPC). Os médicos veterinários privados devem ser habilitados por portaria do Mapa para realizá-los (BRASIL, 2006). Essa habilitação é feita após a aprovação em curso teórico-prático sobre essas doenças oferecido por instituição de ensino e pesquisa em medicina veterinária reconhecida pelo Mapa para esse fim (BRASIL, 2006).

Os cálculos dos prejuízos causados pela tuberculose é uma tarefa que se torna muito difícil por ela ser uma doença crônica e não é logo percebida pelos produtores. Além do mais, quando isso ocorre, geralmente a doença já se encontra difundida em seu rebanho e os prejuízos são maiores. É sabido que a enfermidade causa redução na produção de leite, diminuição na conversão alimentar, redução de nascimentos e aumento da mortalidade peri-natal de bezerros. Estima-se que os animais infectados percam de 10 a 25% de sua capacidade produtiva (Brasil 2006).

Na Argentina Kantor (1994) estimou uma diminuição de 10 a 18% na produção de leite de vacas infectadas quando comparadas com animais sadios devido a diminuição no número e duração das lactações. Barwinek e Taylor (1996) acrescentam ainda a diminuição da vida produtiva com maiores custos de reposição,

perdas por condenações parciais ou totais das carcaças em matadouros (5%), diminuição da taxa de conversão alimentar (15%) e diminuição das taxas de fertilidade das fêmeas. Estes mesmos autores relatam que do total dos custos impostos ao setor leiteiro turco pela presença da tuberculose, 65% são devidos a perdas na produção de leite, 28% à redução da vida produtiva e 7% à redução da natalidade.

Para se realizar uma avaliação custo-benefício do programa de erradicação da brucelose e tuberculose bovina na Espanha, Benués (1997) utilizou os valores 12% para diminuição da produção de leite, 10% para queda na produção de carne, 5% para esterilidade e 1,4%, 7,7% e 20,1% de condenação de carcaças, fígados e pulmões, respectivamente.

Já Homem (2003), utilizando valores semelhantes aos descritos acima, calculou as perdas econômicas advindas da tuberculose bovina para município de Pirassununga, SP e encontrou valores entre R\$192 500,00 a R\$430 252,00, considerando os limites inferior e superior do intervalo de confiança da prevalência da doença para os animais (5,5% - 12,3%).

2. Brucelose bovina e seu impacto

A brucelose é uma doença infecto-contagiosa provocada por bactérias do gênero *Brucella*. Dentro do gênero *Brucella*, são descritas seis espécies independentes, cada uma com seu hospedeiro preferencial: *Brucella abortus* (bovinos e bubalinos), *Brucella melitensis* (caprinos e ovinos), *Brucella suis* (suínos), *Brucella ovis* (ovinos), *Brucella canis* (cães) e *Brucella neotomae* (rato do deserto). As bactérias do gênero *Brucella* são parasitas intracelulares facultativos, com morfologia de cocobacilos Gram-negativos, imóveis; podem apresentar-se em cultivos primários com morfologia colonial lisa ou rugosa (rugosa estrita ou mucóide). Essa morfologia está diretamente associada à composição bioquímica do lipopolissacarídeo da parede celular, e para algumas espécies tem relação com a virulência. *B. abortus*, *B. melitensis* e *B. suis* normalmente apresentam uma

morfologia de colônia do tipo lisa; quando evoluem para formas rugosas ou mucóides, deixam de ser patogênicas. Já as espécies *B. ovis* e *B. canis* apresentam uma morfologia de colônia permanentemente do tipo rugosa ou mucóide. Embora os bovinos e bubalinos sejam suscetíveis à *B. suis* e *B. melitensis*, inequivocamente a espécie mais importante é a *B. abortus*, responsável pela grande maioria das infecções. No Brasil já foram isoladas as espécies *B. abortus*, *B. suis* e *B. canis* infectando animais domésticos. A *B. melitensis*, agente envolvida na brucelose caprina, ainda não foi isolada no país (BRASIL, 2006).

No animal infectado, as localizações de maior freqüência do agente são: linfonodos, baço, fígado, aparelho reprodutor masculino, útero e úbere. As vias de eliminação são representadas pelos fluidos e anexos fetais – eliminados no parto ou no abortamento e durante todo o puerpério –, leite e sêmen. A grande quantidade do agente eliminado pela vaca infectada durante o parto ou aborto pode contaminar alimentos, água e fômites. Isso faz com que a porta de entrada mais importante para o agente seja o trato digestivo. A principal fonte de infecção em um rebanho livre é a introdução de animais infectados (BRASIL, 2006).

O homem também pode ser infectado com *B. abortus*. A infecção mais freqüente ocorre via ingestão de leite cru e seus derivados não processados ou pasteurizados. Grupos ocupacionais específicos, como trabalhadores rurais, veterinários e empregados de frigoríficos, são considerados como grupos de risco (ACHA e SZYFRES, 2001). Em um levantamento feito na microrregião de Araguaína, TO, Ramos (2008) analisou 645 soros de pessoas consideradas como de risco (trabalhadores rurais, de frigoríficos, médicos veterinários e estudantes de veterinária). Do total, 26 (4%) testaram positivos para *B. abortus*, sendo que destes, 23 eram empregados de frigoríficos e 3 eram trabalhadores rurais. Os efeitos da infecção no homem são febre alta, dores musculares e articulares e sudorese noturna. A enfermidade tanto pode manifestar-se de forma branda, com evolução para a cura espontânea, quanto grave e prolongada, acompanhada por toxemia (BRASIL, 2006; ACHA e SZYFRES, 2001). Por apresentar sintomas inespecíficos (Síndrome Febril Aguda) semelhantes a outras infecções bacterianas e virais (VERONESI, 2005), a brucelose geralmente não é diagnosticada de imediato pela maioria dos médicos. Essa demora no diagnóstico acaba por incrementar os prejuízos causados pelo afastamento dos trabalhadores de suas atividades e com o

tratamento.

A maioria dos países desenvolvidos conseguiu erradicar a doença de seu território ou está em fase final de erradicação, situação muito diferente dos países em desenvolvimento (POESTER *et al.*, 2009). Na América Central a prevalência é estimada em torno de 4 a 8% e os programas de controle baseados na vacinação e eliminação de animais reagentes pouco contribuem para mudança neste quadro (MORENO, 2002). No Paraguai a prevalência está em torno de 3 a 4 % (BAUMGARTEN, 2002) e na Argentina entre 4 e 5% de animais infectados (SAMARTINO, 2002). No Brasil, um extenso estudo sobre a situação epidemiológica da brucelose bovina foi finalizado recentemente e o resultado mostrou que a situação epidemiológica da doença é bastante heterogênea, com prevalências de focos nos estados variando de 0,32% a 41,5% (USP, 2006) . Antes disso, o último estudo nacional foi realizado em 1975 e apontou prevalências de 4% no sul, 7,5% no sudeste, 6,8% no centro-oeste, 2,5 nordeste e 4,1 no norte (BRASIL, 1977). As estratégias de controle da brucelose são também bastante conhecidas e, quando aplicadas de maneira efetiva, geram bons resultados, com redução da prevalência após aproximadamente 20 anos de trabalho (POESTER *et al.*, 2009). Elas constituem basicamente em vacinação, certificação de propriedades livres, controle de trânsito e sistema de vigilância específico. No Brasil as ações para o controle e a erradicação da brucelose bovina estão descritas na Instrução Normativa SDA nº06, de 08 de janeiro de 2004.

Os testes oficiais aceitos hoje para o diagnóstico da brucelose são o Antígeno Acidificado Tamponado (AAT) e o Teste do Anel em Leite (TAL) como testes de triagem e o 2 – Mercaptoetanol (2-ME) e Fixação de Complemento (FC) como testes confirmatórios. Da mesma maneira que para tuberculose, esses testes (no caso apenas o AAT e TAL) só podem ser feitos por médicos veterinários privados habilitados pelo Mapa após aprovação em curso teórico prático oferecido por instituição de ensino e pesquisa em medicina veterinária reconhecida pelo Mapa. Já os testes confirmatórios são feitos em laboratórios credenciados pelo Mapa (BRASIL, 2006).

As principais manifestações da doença são o aborto, nascimento de crias fracas e baixa fertilidade (POESTER *et al.*, 2009). Essas complicações levam à queda de 25% na produção de leite e de carne e de 15% na produção de bezerros.

Além disso, as estimativas mostram que a cada cinco vacas infectadas uma se torna permanentemente estéril (BRASIL 2006). Poester (2006), para analisar a eficácia da vacina RB51 em novilhas no Brasil, desafiou dois grupos com cepas viáveis de *B. abortus*. O grupo controle, sem vacinação, apresentou uma taxa de aborto de 31% (4/13) e outros 31% de bezerros que nasceram fracos e morreram logo após o parto.

Nos EUA foram investidos cerca de US\$ 3,5 bilhões nos programas de erradicação da brucelose bovina entre 1941 a 1996. Estima-se que hoje, se a doença não tivesse sido erradicada, os prejuízos anuais seriam na casa dos US\$ 800 milhões (GARCIA CARILLO, 1987, apud PAULIN; FERREIRA NETO, 2003).

Na Argentina, por exemplo, estudos indicam prejuízos anuais na ordem de 60 milhões de dólares (SAMARTINO 2002).

Hugh-Jones (HUGH-JONES, 1975, apud HOMEM, 2003), ao avaliarem o programa de erradicação da brucelose na Inglaterra e em Wales calcularam perdas diretas devido à doença, em 1967, giravam em torno de oito milhões de libras anuais. Estes mesmos autores citam como causa dos prejuízos os abortos, infertilidade, mortalidade perinatal, mortalidade e queda na produção de leite e carne nos animais infectados.

Herrera (2008), ao acompanhar o saneamento de uma propriedade leiteira no México durante um período de seis anos concluiu que há uma relação direta entre a produção de leite e a presença da brucelose no rebanho. Essa propriedade passou de uma produção diária de 7220 litros no primeiro ano, com prevalência de 8,43% de animais infectados, para uma produção de 9150 litros no final do saneamento. A principal razão desse aumento, concluem os autores, foi o aumento da taxa de natalidade em decorrência do menor número de abortos por ano.

3. Mercado de lácteos e sistemas de produção de leite

O Brasil é hoje o sexto maior produtor mundial de leite, atrás da Comunidade Europeia, Estados Unidos, Índia, Rússia e China (USDA, 2010). De acordo com Gomes (2005), as taxas de crescimento da produção leiteira brasileira foram 73%

maiores que dos EUA, o maior produtor. França, Alemanha (maiores produtores da CE) e Rússia chegaram a apresentar taxas negativas de crescimento. Esse ritmo de crescimento deverá continuar durante a próxima década. De acordo com as projeções para o setor, a produção de leite no Brasil deverá crescer a uma taxa anual de 2,75%, enquanto o consumo deverá crescer 2,23%, taxa bastante superior à observada para o crescimento da população brasileira. Já as exportações devem apresentar crescimento médio anual de 6,78% (BRASIL, 2010).

O aumento da produção de leite no Brasil teve duas consequências. A primeira foi suprir o mercado interno e conseqüentemente diminuir as importações. A segunda foi gerar excedente e permitir a exportação de lácteos. Em 2004, pela primeira vez as exportações superaram as importações (GOMES, 2005), fazendo com que o Brasil deixasse de ser o grande importador de lácteos da década de 1980.

O aumento da produção também permitiu atender uma crescente demanda interna de lácteos. O consumo de leite fluido no Brasil cresceu, passando de 68 L/pessoa/ano em 2004 para 93 L/pessoa/ano em 2009 (USDA, 2010). Com o crescimento da economia nacional e conseqüente aumento da renda da população, a expansão do consumo de produtos lácteos se dará principalmente via consumo de produtos industrializados. Tal fato se explica pela baixa elasticidade renda-demanda do leite fluido, 0,284, comparada a do queijo, 0,673, por exemplo (HOFFMANN, 2000). Esse raciocínio é reforçado através da análise da Tabela 1 que mostra a porcentagem de produção de cada produto na indústria de lácteos.

Tabela 1 - Industrialização do leite no Brasil – 2007.

Produto	Volume de Leite* (bilhões de litros)	Percentual do Total (%)
Queijos	6,3	34
Leite longa vida	4,9	26
Leite em pó	3,3	18
Leite pasteurizado	1,3	7
Leite condensado	0,9	5
Leites fermentados	1,3	7
Outros produtos lácteos	0,6	3

Fonte: Leite Brasil (WWW.leitebrasil.org.br)

*Leite industrializado em estabelecimentos sob o Serviço de Inspeção Federal – SIF

Tabela 2 - Produção brasileira de queijo - (toneladas)

Tipo queijo	1991	1995	2000	2004
COMMODITIES				
Mussarela	60.000	84.180	125.000	144.690
Prato	44.200	59.400	88.500	102.480
Requeijão culinário	6.970	41.000	70.200	90.720
SUB TOTAL	111.170	184.580	283.700	337.890
FUNDIDOS				
Fatias	1.500	1.900	3.500	4.400
Porções	1.480	1.700	2.400	3.045
Tablete	63	78	102	114
Cremosos	485	570	800	820
SUB TOTAL	3.528	4.248	6.802	8.379
PROCESSADOS				
Cream cheese	485	570	1.417	1.815
Requeijão cremoso	9.350	19.000	26.700	30.907
Petit suisse	14.314	14.427	20.800	22.932
SUB TOTAL	24.149	33.997	48.917	55.654
FRESCOS (massa crua)				
Minas frescal	14.900	19.086	25.900	28.875
M. F. ultrafiltrado	350	1.350	2.900	4.515
Cottage	80	175	350	578
Ricota	4.125	5.582	7.523	8.610
TOTAL	7.337	8.266	12.363	-
ESPECIAIS				
SUB TOTAL	19.455	26.193	36.673	42.578
TOTAL	158.302	249.018	376.092	444.501

Fonte: SIPA/ABIQ/DATAMARK/DESKRESEARCH (www.cnpqi.embrapa.br/nova/informacoes/estatisticas/industria/tabela0424.php)

O aumento da produção e consumo de queijo é um reflexo do crescimento da economia de um país. Essa produção é absorvida em sua maior parte pela indústria de alimentos impulsionada por novos hábitos da população, como o de se alimentar fora de casa. Nos EUA, por exemplo, a projeção de crescimento da demanda interna de produtos lácteos é puxada basicamente pelo aumento da demanda de queijos, enquanto o consumo per capita de leite fluido tende a cair (USDA, 2009). O crescimento da economia também possibilita o aumento da demanda por produtos mais nobres e com certificações extras de qualidade. Podemos citar como exemplo os queijos feitos a base de leite cru vendidos pelos laticínios ou via produção familiar e regional, com indicação geográfica de origem, como os queijos artesanais de Minas Gerais.

Ao analisar o sistema brasileiro de produção leiteira e compará-lo com os das outras importantes regiões produtoras do mundo, Stock *et al* (2005), chegaram à conclusão de que o Brasil possui vantagem comparativa e pode se transformar em um ator de peso no comércio mundial de lácteos. Mas ressaltam que não se deve gerar um otimismo exagerado, e que para que essa posição seja alcançada é necessário a abertura de novos mercados, melhor estruturação da cadeia produtiva e da qualidade da matéria prima. Os autores destacam que com custos e preços para o leite similares à Nova Zelândia, Austrália, Argentina, Índia e Paquistão, o Brasil tem vantagens na produção: menor custo e potencial para aperfeiçoamento tecnológico. Os outros não dispõem de muita fronteira para expansão: a produtividade dos animais está acima dos 4 mil litros por vaca por ano, o que torna aumentos via tecnologia, mais dispendiosos. Além disso, o Brasil é um dos poucos países do mundo onde a área de pastagens é maior que as áreas de agricultura.

A conquista de novos mercados e o atendimento do mercado consumidor interno cada vez mais exigente traz o desafio de melhora na qualidade dos produtos. As indústrias já reconhecem essa oportunidade e já realizam sistema de pagamento diferenciado por produtos de melhor qualidade. 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 em aumento superior a 30% no preço ao produtor (FONSECA; CARVALHO, 2004). Algumas indústrias também estabelecem quantidade mínima de produção e de qualidade da matéria prima fazendo com que grande parte dos produtores deixem de fornecer leite para as indústrias e acabem caindo no mercado informal, sem inspeção oficial. Essa situação vem ocorrendo no país já há algum tempo. De acordo com Gomes, (2001), em 1976 os pequenos produtores (até 50L/dia) representavam 76% dos filiados de uma cooperativa em Minas Gerais e forneciam 30% do leite. Em 1998 eles eram 48% e responsáveis por apenas 9% do leite fornecido. Em 2008 o Brasil produziu 27,579 bilhões de litros de leite, sendo que 19,238 foram adquiridos pela indústria com algum tipo de inspeção (IBGE, 2008).

Apesar da crescente produção nacional, a produtividade brasileira permanece baixa quando comparada a de outros países. Em 2004, a produção média por vaca no país foi de 1534 Litros/ano, enquanto nos EUA foi de 8 703L/vaca/ano (GOMES,

2005). Tal situação apresentou pequena melhora, mas, ainda está bem abaixo do desejado, visto que em 2009 nossa produtividade média se encontra em 1720 L/vaca/ano e dos EUA 9 500 L/vaca/ano (USDA, 2010). Essa informação está de acordo com a organização e distribuição da produção leiteira no país proposta por de Assis, (2005), em que 89% das propriedades produtoras de leite no Brasil tinham produção/vaca/ano inferior a 1200 litros enquanto o estrato com produção superior a 4500 litros representavam 0,1% das propriedades.

Em levantamento feito Gomes, (2005) em Minas Gerais, maior produtor de leite do país, 79,4% dos produtores tinham produção inferior a 200 litros/fazenda/dia, enquanto os de produção superior a 1000 litros/fazenda/dia representavam 2,6%. Cenário semelhante foi encontrado pelo mesmo autor no estado de Goiás em 2009, onde os produtores com menos de 200 litros/fazenda/dia representavam 68,4% do total, e os de mais de 1000 litros/fazenda/dia 0,4%. Ao comparar os dados de 1995 com os de 2005, este mesmo autor mostra que a participação do pequeno produtor (até 50 litros) passou de 55% do total de produtores e 19% do total da produção para 44% dos produtores e 8% da produção. Já a participação do grande produtor (mais de 500 litros) passou de 1,8% do total de produtores e 10% do total da produção para 6,6% dos produtores e 44% da produção. Uma das explicações para essa transformação é a queda sofrida no preço do leite nos últimos anos, que acabou por reduzir a margem bruta/litro, fazendo com que o produtor tente compensar essa queda unitária pelo aumento da produção, objetivando recompor a margem bruta anual. Ou seja, a produção do leite entrou na chamada economia de escala. Como resultado dessa adequação, os mesmos trabalhos mostram que grande parte desses pequenos produtores possivelmente aumentaram suas produções e passaram para as categorias de acima, como os de produção 200 a 500 litros dia, que tiveram sua participação no número total de produtores dobrada no período.

Ainda dentro dos trabalhos de Gomes, (GOMES, 1995; GOMES, 2005; GOMES, 2009) percebe-se que uma das causas da baixa produtividade por fazenda se deve ao manejo da propriedade. Um índice que pode mostrar isso é a proporção de vacas secas e vacas em lactação dentro rebanho. Nos estratos de produção até 500 litros/fazenda/dia essa proporção é de 64%, enquanto o estrato de mais de 1000 litros/fazenda/dia chega a 75%. A proporção de vacas em lactação reflete índices

zootécnicos importantes para a eficiência do sistema, como o intervalo entre partos, duração da lactação, período de serviço e natalidade. O mesmo autor demonstra que o aumento de produção de cada estrato no período 1995-2005 se deveu tanto ao aumento de produtividade por vaca em lactação, aumento médio de 65%, quanto pelo número de vacas em lactação, aumento de 27%.

Outro ponto interessante da produção leiteira no país é a composição racial dos rebanhos. Segundo Gomes (1999), a grandeza territorial do Brasil e sua diversidade de climas e de solos permitem a diversidade de sistemas de produção de leite, indo de raças puras como zebuínos até raças europeias especializadas na produção de leite, passando pelo grande número de mestiços em diversos graus de composição genética. Isso foi demonstrado pelo mesmo autor nos levantamentos feitos em Minas Gerais, Goiás e Rio de Janeiro, nos quais em todos os estratos de produção a maioria das vacas eram mestiças holandês-zebu (HZ). Uma das razões para essa preferência é a flexibilidade do gado mestiço HZ, pois sua adequação tanto para a produção de leite em clima tropical quanto para a produção de animais para corte permite ao produtor se ajustar com maior facilidade às mudanças de mercado (Glória e Bergman 2003, apud Moraes 2004; COSTA, 2010; MENDES, 2010).

4. Economia da Saúde Animal

De acordo com Rushton (1999), produtores rurais criam animais com o objetivo de transformar uma determinada quantidade de recursos em uma variedade de produtos como carne, leite, lã, couro, entre outros. Esses produtos podem ser utilizados para consumo próprio ou serem comercializados, gerando receita. Quanto mais eficiente esse produtor for, maior será sua produção a partir da mesma quantidade de recursos. O efeito de uma doença em determinado sistema de produção é justamente diminuir essa eficiência. Essa diminuição pode ser feita de várias maneiras, desde desvalorização do produto final até a morte do animal infectado. As doenças podem causar ainda custos adicionais para se evitá-las, como

vacinação e quarentena, ou mesmo tratamento dos animais doentes. O autor Rushton (1999) chama atenção ainda para efeitos invisíveis de determinadas doenças que mascaram ou impedem que o produtor saiba seu real potencial de produção. Exemplos são as quedas de fertilidade gerando “animais não nascidos”, alterando assim a estrutura do rebanho.

Avaliar os impactos econômicos das doenças nos rebanhos e comparar os custos e benefícios de sua erradicação é uma ação relativamente nova. A chamada economia da saúde animal teve origem há aproximadamente 50 anos, quando alguns autores introduziram um conceito simples da economia na tomada de decisão em medicina veterinária, o de que o investimento em saúde animal deve ser feito até o nível em que o custo de um investimento adicional se iguale ao retorno de um resultado adicional (DIJKHUIZEN *et al.* 1995). A partir desse momento a economia da saúde animal se tornou uma disciplina que tem como objetivo fornecer uma estrutura de conceitos, procedimentos e informações para auxiliar no processo de tomada de decisão de maneira a otimizar a administração da saúde animal (DIJKHUIZEN, 1992 apud DIJKHUIZEN *et al.* 1995).

Com o desenvolvimento dessa disciplina, organizações internacionais começaram a estimular seu uso dentro do planejamento dos programas nacionais de controle e erradicação de doenças. A OIE (1999) avaliou que para assegurar o financiamento de novos programas de controle e 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 produção alimentar sustentável. A OMS passa também a recomendar a análise econômica dos efeitos das doenças, inclusive no homem, seus custos para as sociedades e comunidades com diferentes níveis socioeconômicos, visando a obtenção de informações que permitam uma análise custo-benefício para os programas de controle (WHO, 1982, apud LÔBO, 2008). De acordo com Martin (1994), em alguns países onde não há uma adequada avaliação das consequências econômicas e sociais, inclusive sua participação na taxa de mortalidade, muitas zoonoses tem poucas chances de serem consideradas doenças prioritárias para as autoridades políticas, não recebendo, portanto, a devida atenção

pelos programas oficiais.

Considerando-se então que os recursos financeiros para o 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. Mas a análise econômica do nível ideal de controle de uma doença é complexa. Isso porque existe uma grande diversidade de doenças, variações na sua ocorrência, epidemiologia assim como nos tratamentos e medidas preventivas. Para realizar uma análise econômica é necessário levar em consideração os benefícios e custos monetários do seu controle, e para isso é preciso combinar diversos conhecimentos biológicos e veterinários com outros de caráter financeiro (TISDELL, 2009). Outra dificuldade encontrada segundo Morris (1999) é que nem sempre a tarefa de se traduzir os custos e principalmente os benefícios do controle de uma doença em termos monetários é algo fácil. Por exemplo, como quantificar monetariamente medidas de bem estar animal?

Ao se realizar uma análise econômica deve-se ter bem definido sob o ponto de vista de quem ela está sendo realizada, se do produtor rural individualmente ou da sociedade como um todo, por exemplo. Após essa definição o analista pode levantar os custos e benefícios do controle da doença e escolher qual método irá utilizar. Morris (1999) ressalta que as análises se tornam cada vez mais complexas à medida que vão passando do nível individual para setores cada vez maiores da sociedade. Diferentes técnicas foram desenvolvidas para isso e podem ser verificadas em diversas publicações (DIJKHUIZEN e MORRIS, 1997; RUSHTON, 2009; PUTT *et al*, 1987; GITTINGER, 1982; MORRIS, 1999). Dentre os métodos mais comumente utilizados estão o orçamento parcial, análise de investimento, análise custo-benefício, análise de decisão e modelagem de sistemas. A escolha do método a ser utilizado depende de uma série de fatores como a natureza do problema, a complexidade do sistema envolvido, a existência e disponibilidade de informações sobre o problema, o uso que será feito do modelo e os recursos disponíveis (BENNETT, 1992, DIJKHUIZEN *et al*. 1995).

Morris (1999) destaca ainda que a análise econômica em saúde animal não deve ser considerada como uma contabilidade financeira, pois ela geralmente está baseada em informações imprecisas. Sua maior preocupação é classificar

alternativas de medidas de controle da doença, de acordo com o mérito de cada uma, de maneira a possibilitar a melhor tomada de decisão, e não calcular seu exato valor monetário.

5. Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Animal

O PNCEBT foi instituído pelo Mapa em 2001. Seus principais objetivos são diminuir o impacto negativo da brucelose e tuberculose animal na saúde humana e animal e promover a competitividade da pecuária nacional pela diminuição da prevalência e da incidência de novos focos da doença e da criação de um número significativo de propriedades livres e monitoradas para as duas doenças.

As estratégias do PNCEBT para atingir seus objetivos baseiam-se em algumas medidas compulsórias e outras voluntárias. As compulsórias são a vacinação de fêmeas de 3 a 8 meses de idade contra brucelose e a exigência de testes negativos para o trânsito interestadual de animais destinados a reprodução e a eventos como feiras, leilões e exposições. Já as medidas voluntárias são as certificações de propriedades como livres ou monitoradas para brucelose e tuberculose. (BRASIL, 2006).

A certificação de propriedades livres é uma das principais estratégias do PNCEBT e traz benefícios diretos para o produtor como não exigência de testes para trânsito interestadual e participação em eventos, maior credibilidade no comércio de animais, segurança contra causas trabalhistas e acesso a mercados externos. Mas mesmo essas vantagens parecem ser insuficientes para levar os produtores a aderirem ao processo de certificação, fato confirmado pelo baixo número de propriedades certificadas até o momento. Lôbo (2008), por meio de uma análise custo-benefício, buscou identificar os fatores econômicos relacionados à viabilidade financeira do processo de certificação de propriedades como livres de tuberculose bovina. Nesta análise ele utilizou dois cenários de prevalência da doença, um de 10% outro de 40%. O modelo considerou um estabelecimento leiteiro com produção de 4.500 litros de leite por vaca/ano, boas práticas de manejo e

rebanho de 100 animais. Simulou-se, então, o impacto financeiro de vários fatores como custo dos testes diagnósticos, o recebimento de valores adicionais por litro de leite dos rebanhos no processo de certificação e a produção por vaca. Após a análise, concluiu que sem bonificação pela qualidade sanitária não era vantajoso para os produtores aderirem à certificação, pois não haveriam estímulos econômicos que justificassem os custos do processo. Já com o pagamento adicional, o ponto de equilíbrio da Razão Benefício – Custo (RBC) foi atingido em cinco anos para o cenário de baixa prevalência e em 10 anos no cenário de alta prevalência. Além disso, ficou demonstrado que a RBC aumenta com a produção de leite, ou seja, o efeito do pagamento adicional é potencializado pelo nível de produção leiteira. Esse trabalho fornece muitas respostas, do ponto de vista econômico, sobre o processo de certificação e, ainda, levanta muitas outras perguntas sobre o tema, como as variações que irão ocorrer em propriedades com infecção simultânea, os custos para sanear um rebanho menor ou maior, estratégias para pequenos produtores, entre outras.

O papel da agroindústria nesse processo, conforme relatado por Lôbo (2008), também foi ressaltado por Luna-Martinez (2002), em trabalho feito no México, onde o número de rebanhos certificados como livres de brucelose aumentou cerca de 400% entre 1998 a 2001, quando grandes empresas passaram a pagar ao produtor certificado um preço maior por litro de leite.

O sucesso na erradicação destas doenças no Brasil depende muito de ações coordenadas entre órgãos públicos e incentivos privados, principalmente da indústria. Em países como EUA, Nova Zelândia, Austrália e União Europeia, onde os programas de erradicação da tuberculose foram bem sucedidos, todos contaram com a participação do setor privado. Conforme descrito por Gonçalves (1998), dentre os fatores comuns entre esses programas e considerados estratégicos para seu sucesso estão, dentre outros, o envolvimento dos pecuaristas e suas associações e da indústria pecuária no financiamento e implementação do programa.

Durante o ano de 2010, o PNCEBT foi amplamente discutido entre os setores envolvidos (<http://www.leb.fmvz.usp.br/seminario-pncebt>; http://api.ning.com/files/GJMWZvGj1Gkn0kdOFv1w260sfBKjIGkIKLN6GPFKsVKkRi vX4uIYUHcjE*y0SynHbMYp-zq5JOWruFwvVJ7e4jdZY4GOFpw/FolderSNBTA.pdf

acessado em maio de 2012). Os temas discutidos foram a situação epidemiológica das duas doenças no país e as possíveis alternativas e propostas para a certificação das propriedades. Como razões para essa intensa discussão pode-se elencar a atual conjuntura econômica, conforme já explicitado anteriormente, a abertura de novos mercados e a crescente preocupação da população e outros setores da sociedade com a qualidade dos produtos e a saúde humana e animal.

Para exemplificar esses dois pontos, pode-se citar várias iniciativas já em curso no país com relação à certificação. Do ponto de vista econômico, duas situações diferentes ocorrem hoje. Uma delas é a tentativa, por parte de algumas indústrias, de certificarem todos seus fornecedores e a partir daí passarem a explorar essa certificação em suas embalagens, agregando assim maior valor aos seus produtos. Hoje já é possível encontrar no mercado brasileiro uma empresa explorando essa informação (WWW.leitissimo.com.br). Iniciativas como esta já são realidade em países como Argentina, onde a maior indústria láctea do país já incorpora essa informação no rótulo de seus produtos há algum tempo (WWW.laserenisima.com.ar). A outra situação são empresas de maior porte que planejam certificar fornecedores de determinadas unidades visando exclusivamente atender mercados externos mais exigentes. Um exemplo é o mercado russo, que exige que o leite utilizado na fabricação do leite pó, leite condensado e leite evaporado sejam obtidos de propriedades oficialmente livres de brucelose e tuberculose (CIRCULAR DCI N°520, 2003).

Outras iniciativas em curso tiveram sua origem na preocupação da sociedade com a qualidade dos produtos e a preocupação com a saúde humana e animal. No estado do Rio Grande do Sul, por exemplo, diante da dificuldade de alguns produtores em ficarem livres das doenças, principalmente pela reinfecção proporcionada por propriedades vizinhas, o Ministério Público Estadual – Promotoria de Justiça de Arroio do Meio atuou no sentido de que todos os produtores entrassem no processo de certificação. A medida está sendo aplicada nas 2 723 propriedades dos seis municípios pertencentes à comarca. No final de 2010 ocorreram a certificações das 25 primeiras propriedades livres. Já na cidade de Uibaí – BA, a prefeitura lançou programa de incentivo à certificação direcionando a compra do leite para a merenda escolar da cidade a produtores certificados como livres de brucelose e tuberculose. A exigência passará também a contar para a compra de queijos.

Essas discussões surgem em um momento oportuno, oferecendo aos envolvidos na cadeia produtiva do leite a oportunidade de planejar o melhor caminho a ser seguido. O Brasil já se encontra em fase avançada de erradicação da febre aftosa, e a partir de então o controle da brucelose e tuberculose passam a ser prioritários, devido principalmente ao impacto que essas duas doenças começam a ter no comércio internacional de produtos de origem animal (GONÇALVES, 1998; LOBO, 2008). Com isso, em algum momento as medidas de controle podem passar a ser obrigatórias e o setor e o país terão desperdiçado mais uma chance de planejar e se desenvolver de maneira sustentável.

É dentro desse cenário que esse trabalho visa analisar os fatores econômicos condicionantes da adesão dos produtores rurais ao processo de certificação de propriedades livres para brucelose e tuberculose. Espera-se que os resultados obtidos possam orientar as indústrias e o governo no estabelecimento de programas sustentáveis de incentivo aos produtores, contribuindo sobremaneira para a erradicação destas duas doenças e garantindo a qualidade dos produtos lácteos comercializados.

REFERENCIAS

ACHA, P.N.; SZYFRES, B. *Zoonoses and communicable disease common to man and animals*. 3. Ed. Washington, D.C.: Pan American Health Organization, 2001, V.1.

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.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE LEITE. Leite Brasil.
<http://www.leitebrasil.org.br/>

AYELE, W.Y., NEILL, S.D., ZINSSTAG, J., WEISS, M.G., PAVLIK, I. Bovine tuberculosis: an old disease but a new threat to Africa. *Int. J. Tuberc. Lung Dis.* 8, 924–937, 2004.

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.

BENNETT, R.M. The use of 'economic' quantitative modelling techniques in livestock health and disease-control decision making: a review. *Preventive Veterinary*

Medicine, V.13, p. 63–76, 1992.

BENEDETTI, E., MEOKAREM, M.M., BENEDETTI, G.M.P.O.S. Estudo do impacto de técnicas agropecuárias na agricultura familiar no estado de Minas Gerais. Campo-Território: revista de geografia agrária. V.3, n.6, p.66-84, 2008.

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.

BAUNGARTEN, D. Brucellosis: a short review of the disease situation in Paraguay. Veterinary Microbiology, V.90, p. 63-69, 2002

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Diagnóstico de saúde animal, Brasília, 1977, 735p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Animal (PNCEBT): Manual Técnico. Brasília.2006.184p

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Projeções do Agronegócio: Brasil 2008/09 a 2018/19. Assessoria de Gestão Estratégica. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 64p.

COSIVI, O., GRANGE, J.M., DABORN, C.J., RAVIGLIONE, M.C., FUJIKURA, T., COUSINS, D., ROBINSON, R.A., HUCHZERMEYER, H.F., DE KANTOR, I., MESLIN, F.X. Zoonotic tuberculosis due to Mycobacterium bovis in developing countries. Emerg. Infect. Dis. 4, 59–70, 1998.

COSTA, M.D. *et al.* Importância do rebanho F1 Holandês x Zebu para a pecuária de leite. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 31, p. 40-50, 2010.

DIJKHUIZEN, A.A. *et al.* *Economic Analysis of animals diseases and their control.* Preventive Veterinary Medicine, V.25, p.135-149. 1995.

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

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

GITTINGER, J.P. Economic Analysis of Agricultural Projects, 2nd edn. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland.1982.

GOMES, S.T. Diagnóstico da pecuária leiteira do Estado de Minas Gerais em 1995: relatório de pesquisa/SEBRAE-MG; FAEMG. Belo Horizonte, 314 p., 1996.

GOMES, S. T. Avanços sócio-econômicos em sistemas de produção de leite. In: VILELA, D.; BRESSAN, M.; CUNHA, A. S. (Ed.) Restrições técnicas, econômicas e institucionais ao desenvolvimento da cadeia produtiva do leite no Brasil. Juiz de

Fora:CNPGL/EMBRABA, p. 139-154, 1999.

GOMES,S.T. Diagnóstico e perspectivas da produção de leite no Brasil. In: VILELA, D.; BRESSAN, M.; CUNHA, A.S. Cadeia de lácteos no Brasil: restrições ao seu desenvolvimento. Juiz de Fora. 2001.

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

GOMES, S.T. Diagnóstico de pecuária leiteira no Estado de Goiás em 2009: relatório de pesquisa. Goiânia: FAEG, 2009. 64p.2010.

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, p. 53-59,1998.

HERRERA, E. *et al.* Milk Production Increase in a Dairy Farm under a Six-Year Brucellosis Control Program. *Animal Biodiversity and Emerging Diseases: Ann. N.Y. Acad. Sci.* 1149: 296–299, 2008.

HOFFMANN,R. Elasticidades-renda das despesas com alimentos nas regiões metropolitanas do Brasil em 1995-1996. *Informações Econômicas.* V.30, n.2,p.17-23, 2000.

HOMEM, V.S.F.; Brucelose e tuberculose bovinas no município de Pirassununga, SP: prevalências, fatores de risco e estudo econômico. São Paulo: USP, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2003. 101. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária).

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção da Pecuária Municipal. Rio de Janeiro,v.36, p.1-55.2008.

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.

LÔBO, J.R. Análise custo benefício da certificação de propriedades livres de tuberculose bovina. Brasília: UnB, Faculdade de Agronomia e medicina Veterinária, 2008.84. Dissertação (Mestrado em Agronegócios).

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

MENDES, G.A. *et al*, Potencial do rebanho leiteiro para a produção de bovinos de corte. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 31, p. 101-110, 2010.

MICHEL, A.L.; MULLER, B.; VAN HELDEN,P.D; *Mycobacterium bovis* at the human-animal interface: a problem or not? *Veterinary Microbiology*, V.140, p. 371-381, 2010.

MORAES, A.C.A. Estudo técnico e econômico de um sistema de produção de leite com gado F1 (Holandês-Zebu) na região central do Estado de Minas Gerais. Belo

Horizonte: UFMG, Escola de Veterinária, 2004. 59. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).

MORENO, E. Brucellosis in Central América. *Veterinary Microbiology*, V.90, p. 31-38, 2002.

MORRIS, R.S. The application of economics in animal health programmes: a practical guide. *Rev. sci. tec. Off. Int. Epi.*, V.18(2), p.305-314.1999.

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

ORLAND, B. Cow's Milk and Human Disease Bovine Tuberculosis and the Difficulties Involved in Combating Animal Diseases. *Food & History*, V.1, p.179-202, 2003.

RAMOS, T.R.R. *et al.* Epidemiological Aspects of an Infection by *Brucella abortus* in Risk Occupational Groups in the Microregion of Araguaína, Tocantins. *Brazilian Journal of Infectious Diseases*, V.12, n. 2, p. 133-138, 2008

RUSHTON, J. *et al.* Methods of economic impact assessment. *Rev. sci. tec. Off. Int. Epi.*, V.18(2), p. 315 – 342. 1999.

RUSHTON, J. *The Economics of Animal Health and Production*. 1ª Ed. Oxfordshire, CAB International. 2009.

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

POESTER, F. Eficácia da vacina RB51 em novilhas. Belo Horizonte: UFMG, Escola de Veterinária, 2006. 51.Tese (Doutorado em Ciência Animal).

[POESTER, F.](#) *et al.* Estudos de prevalência da brucelose bovina no âmbito do Programa Nacional de Controle e Erradicação de Brucelose e Tuberculose: Introdução. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, V.61, suppl.1, p. 01-05, 2009.

PUTT, S.N.H., SHAW, A.P.M., WOODS, A.J., TYLER, L. AND JAMES, A.D. *Veterinary Epidemiology and Economics in Africa. A Manual for Use in the Design and Appraisal of Livestock Health Policy*. ILCA Manual No. 3. Addis Ababa, Ethiopia and VEERU, University of Reading, Reading, UK, 130 pp.1988.

SAMARTINO, L.E. Brucellosis in Argentina. *Veterinary Microbiology*, V.90, p. 71-80, 2002.

STOCK, L.A.; *et al.* Leite no mundo e as chances do produtor brasileiro. In: 42ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Goiânia. **Anais**, 2005.

TISDELL, C. Economics of Controlling livestock diseases: basic theory. In: RUSHTON, J. *The Economics of Animal Health and Production*. 1ª Ed. Oxfordshire, CAB International. 2009.

USDA. Dairy: World markets and trade. Foreign Agricultural Service. Office of Global

Analysis. July 2010.

USP. Universidade de São Paulo. Primeiro Relatório Parcial: Situação Epidemiológica da Brucelose Bovina e Bubalina no Brasil. São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Saúde Animal, 2006. 71p.

VERONESI, R; FOCACCIA, R. Tratado da infectologia. 3.ed. São Paulo: Atheneu, 2005.

VILELA, D.; BRESSAN, M.; CUNHA, A.S. Cadeia de lácteos no Brasil: restrições ao seu desenvolvimento.1. Ed. Juiz de Fora, MG. CNPGL/EMBRAPA. 2001.

CAPÍTULO II

INTRODUÇÃO

A brucelose e a tuberculose bovinas são duas importantes zoonoses que afetam diretamente a produção pecuária acarretando prejuízos aos produtores. Além de ser fonte de infecção para o homem, a tuberculose bovina causa grandes perdas econômicas resultantes da morte de animais, queda no ganho de peso, diminuição da produção de leite, descarte precoce de animais de alto valor zootécnico e condenação de carcaças nos frigoríficos (ACHA;ZYFRES, 2001; BRASIL 2006). Em 1986 os EUA calcularam que os benefícios da erradicação da tuberculose bovina poderiam chegar a 300 milhões de dólares (FERREIRA NETO; BERNARDI, 1997, apud HOMEM, 2003). A brucelose bovina causa principalmente aborto e infertilidade permanente, levando à diminuição de 20 a 25% na produção de leite e de carne. Estima-se prejuízo anual de US\$600 milhões na América Latina (ACHA;ZYFRES, 2001). Não estão contabilizados aqui os prejuízos oriundos da transmissão desses patógenos dos animais para o homem, que incluem os custos com tratamento e ausência no trabalho.

Com o intuito de diminuir o impacto dessas zoonoses na saúde humana e animal o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) instituiu em 2001 o Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Bovina (PNCEBT). Seus objetivos específicos são a diminuição 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 (BRASIL, 2006).

Todo processo de certificação voluntária que acarrete mudanças nos métodos de produção ou exija novos investimentos só terá adesão caso este seja revertido em aumento do retorno financeiro e do lucro da atividade desenvolvida. Esse retorno pode ser via pagamento diferenciado pelos produtos de propriedades certificadas, pelo acesso a mercados mais exigentes ou mesmo pelo simples aumento de produção após o saneamento das propriedades. Até 2010, existiam 130

propriedades certificadas e outras 200 em processo de certificação². Apesar de ser uma das principais estratégias do PNCEBT, o baixo número de propriedades certificadas indica que os produtores ainda não viram benefícios suficientes que justificassem sua adesão ao processo. Lôbo (2008) ao investigar os condicionantes econômicos da certificação de uma propriedade leiteira, de produção intensiva e especializada, como livre de tuberculose concluiu que sem incentivos o processo não era economicamente viável. Além disso, o mesmo autor demonstrou que o retorno do investimento estava diretamente ligado à quantidade de leite produzida.

O momento vivido pela economia brasileira, assim como pelo mercado mundial de lácteos, possibilita aos envolvidos na cadeia produtiva do leite a expansão dos negócios e dos lucros. Com o aumento da renda e do poder de compra da população brasileira, há no país, hoje, uma demanda crescente de leite e produtos lácteos, assim como por produtos certificados, mesmo que a preço diferenciado. Quanto ao mercado mundial, o Brasil é apontado como um dos países com maior capacidade de expansão. Essas conclusões são baseadas em comparações com outros países produtores nas quais o Brasil apresenta menores custos de produção, maior área para expansão da atividade, tanto em termos de aumento de produtividade por área quanto pela extensa área de pastagem em relação à agricultura (STOCK *et al*, 2005). Essa oportunidade é estimulada, assim como o preço do leite no mercado externo, pela crescente demanda por lácteos em todo o mundo, especialmente Rússia, Índia e China (USDA, 2010).

É nesse cenário que este trabalho visa analisar os fatores epidemiológicos e econômicos condicionantes da adesão dos produtores rurais ao processo de certificação de propriedades livres para brucelose e tuberculose e discutir possíveis alternativas para o processo. Serão calculados os custos e benefícios da certificação em diferentes situações epidemiológicas e os efeitos que possíveis incentivos, como o pagamento adicional por litro de leite, indenização pelos animais eliminados e subsídios aos testes, podem ter no retorno financeiro do investimento. Espera-se que os resultados obtidos possam orientar as indústrias e os órgãos públicos no estabelecimento de programas sustentáveis de incentivo aos produtores, contribuindo sobremaneira para a erradicação destas duas doenças e garantindo a qualidade dos produtos lácteos comercializados.

² Informação da Divisão de Brucelose e Tuberculose do Departamento de Saúde Animal

MATERIAL E MÉTODOS

1. Estrutura metodológica

Com o objetivo de entender os condicionantes econômicos da certificação oficial de rebanhos leiteiros como livres de brucelose e tuberculose foi construído um modelo de avaliação de investimento que tem como base metodológica a análise custo benefício, conforme descrita por Rushton (2009).

Para realizar essa análise, primeiramente definiu-se os rebanhos modelos a serem trabalhados e seus respectivos índices zootécnicos e produtivos. Definiu-se a prevalência inicial de animais infectados para as duas doenças e os impactos causados por elas na estrutura e índices produtivos do rebanho. Em seguida simulou-se o saneamento de acordo com a legislação nacional. As informações sobre os custos e benefícios do saneamento foram então compiladas em um modelo econômico com intuito de averiguar a viabilidade financeira do processo. A última etapa consistiu em realizar uma análise de sensibilidade para verificar diferentes alternativas para viabilizar o processo de certificação e simular diferentes cenários.

2. Rebanhos modelo

Para realizar as análises optou-se por utilizar dois rebanhos distintos, quanto aos seus índices produtivos e zootécnicos, que possam representar duas realidades do sistema produtivo nacional. Um será de maior produção e mais tecnificado e outro de menor produção e menos eficiente, sendo eles aqui denominados de Rebanho 1 e Rebanho 2, respectivamente, e descritos abaixo.

O conceito de tecnificação aqui refere-se à aplicação de conhecimentos visando a melhoria da eficiência, produtividade e rentabilidade (FARIA E CORSI, 1988 *apud* MORAES, 2004).

2.1. Rebanho 1

Rebanho mestiço de F1 Holandês/Zebu criados a pasto. As novilhas F1 são compradas no mercado e os bezerros (machos e fêmeas) são amamentados ao pé da vaca até os 9 meses de idade (data de secagem da vaca) quando são vendidos para engorda e abate. Esse modelo de criação, aproveitando a dupla aptidão do gado mestiço, é um exemplo do nível de técnica de criação do rebanho. A renda da propriedade vem portanto da produção de leite e venda de bezerros.

Ele está situado na categoria de produção de 2000 a 4500 L/vaca/ano, conforme modelo proposto por Assis (2005) e na categoria de mais 500 L/fazenda/dia, conforme metodologia utilizada nos levantamentos feitos em MG e GO (GOMES, 1995; GOMES, 2005; GOMES, 2009). A justificativa para essa escolha se deve à representatividade que essa categoria tem na produção de leite nacional e seu crescimento nos últimos anos. De acordo com Gomes (2005), essa categoria praticamente triplicou em número de produtores entre 1995 e 2005 e sua participação na produção leiteira saltou de 10,8% para 44,4% em 10 anos em Minas Gerais, maior estado produtor de leite do Brasil.

Os principais índices zootécnicos do rebanho 1 estão descritos na Tabela 3 abaixo.

Tabela 3 – Principais índices zootécnicos do Rebanho 1

(continua)

Índice	Valor	Referencias
Intervalo entre partos (IP)	12,75 meses	LEITE, 2001; MORAES, 2004; FERREIRA, 1992; MASSIERE, 2009; PEREIRA, 2009; RUAS, 2010; NETO, 2004; ESALQ, 2011
Período de lactação (PL)	9 meses	MADALENA, 1991; FERREIRA, 1992; MORAES, 2004; RUAS, 2010; ESALQ, 2011
Taxa de Natalidade (TN)	94%	MORAES, 2004; CAMPOS e FERREIRA, 2006; RUAS, 2010

(continuação)

Índice	Valor	Referencias
Taxa de Mortalidade (TM)	Bezerros: 4% Adultos: 2%	MORAES, 2004; NETO, 2004; CAMPOS e FERREIRA, 2006; RUAS, 2010; RESENDE, 2010
Taxa de Reposição (TR)	12,5%	MORAES, 2004; CAMPOS e FERREIRA, 2006; RUAS, 2010
Vacas em lactação	70,5%	MORAES, 2004; CAMPOS e FERREIRA, 2006; RUAS, 2010
Vacas secas	29,5%	MORAES, 2004; CAMPOS e FERREIRA, 2006; RUAS, 2010
População	100 vacas adultas 90 bezerros (a) até 1 ano	GOMES, 2005; RUAS, 2010

Grande parte dos índices selecionados foi obtida da literatura, seja de trabalhos de rebanhos de raças especializadas quanto de criação de gado mestiço, e de orientações técnicas de renomadas instituições de pesquisa. Outros foram extrapolados de levantamentos de campo (GOMES, 1995; GOMES, 2005; GOMES, 2009). Nestes levantamentos não constam índices zootécnicos, mas há valiosas informações como estrutura dos rebanhos por faixa de produção. Com base no número de vacas secas e em lactação podemos estimar o IP para determinado PL, conforme descrito por Campos e Ferreira (2006), sendo:

$$\% \text{ de vacas em lactação} = PL/IP \times 100$$

Além disso, os índices escolhidos foram comparados *in loco* com os da Fazenda Experimental de Felixlândia, Epamig, que utiliza sistema semelhante (MORAES, 2004; RUAS, 2010).

Após a definição dos índices zootécnicos definiu-se os índices produtivos. Como salientado anteriormente, esses são índices produtivos do rebanho e não individuais, sobre os quais as doenças causarão danos inicialmente. Para chegarmos até eles utilizou-se explicação de Stock *et al* (2010) e Carvalho *et al*

(2010). Fixou-se a produção em 3000 litros/vaca/ano, ou 8,2 litros/vaca/dia, e um rebanho de 100 vacas adultas, resultando em uma produção de 300 000 litros/fazenda/ano ou 822 litros/fazenda/dia.

Com o IP e PL médios de 12,75 e nove meses respectivamente tem-se em média 70,5 vacas em lactação e 29,5 secas. Dividindo a quantidade diária de leite produzida na fazenda (822L) pelo número de vacas em lactação (70,5) teremos uma média de 11,6 litros/vaca/dia de lactação e uma produção individual por lactação de nove meses de 3148 litros.

Para cálculo do preço do leite realizou-se o deflacionamento, pelo Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna da Fundação Getúlio Vargas, de uma série histórica de 10 anos, disponível em WWW.cepea.br, trazendo todos os valores para dezembro de 2011, conforme descrito em Mendes e Padilha Junior (2007). Realizou-se a distribuição empírica desses valores utilizando o software *@Risk Student version*, para obtenção do valor médio de R\$0,74. Multiplicando-se esse valor pela produção anual de leite o Rebanho 1 terá uma receita anual de R\$ 222 000,00.

Com TN de 94% ocorrerão nessa propriedade 94 partos por ano, sendo 80 de vacas adultas e 14 de primíparas. Ao final de nove meses de lactação, considerando uma TM de 4%, estarão disponíveis para venda 90 bezerros com peso médio de 6 arrobas, valores esses semelhantes ao encontrado por Moraes (2004) e Ruas (2010) no centro-oeste mineiro.

Para o cálculo do valor da arroba realizou-se o mesmo procedimento descrito acima para o preço do leite. O valor médio utilizado foi de R\$90,60, gerando uma receita anual de R\$48 924,00.

2.2 Rebanho 2

Rebanho mestiço de Holandês-Zebu, com diferentes graus de sangue e criados a pasto. Os bezerros são criados ao pé da mãe até os 9 meses de idade quando os machos são vendidos para engorda e abate e as fêmeas são separadas para reposição do rebanho e venda como novilhas prenhes. A renda da propriedade

vem da venda de leite, de bezerros e de novilhas prenhes.

É um rebanho menos eficiente que o rebanho 1 e está situado na categoria de produção 200 a 500 litros/fazenda/dia (GOMES, 2005) ou 1000 a 2000 litros/vaca/ano (ASSIS, 2005). De acordo com Gomes (2005), o grupo de pequenos produtores, até 50L/fazenda/dia, foi o que sofreu a maior redução entre 1995 e 2005 em Minas Gerais. A causa mais provável, segundo o autor, foi o aumento de produção destes produtores fazendo com que eles migrassem de categoria ou simplesmente abandonassem a atividade. Esse aumento de produção se deve principalmente à característica de economia de escala da produção de leite onde o produtor passa a garantir o lucro, e a viabilidade de sua exploração, através do aumento no volume de produção. Dentro desse cenário, a categoria de produção entre 200 a 500 L/fazenda/dia dobrou em número de produtores, em MG, no período estudado, passando de 7 % para 14%. Outro dado considerado na escolha desta categoria é o grande volume de leite comercializado no mercado informal por produtores situados nas categorias de menor produção (GOMES, 2001) que acaba os excluindo de políticas de incentivos executadas pelas indústrias e a serem simuladas neste trabalho.

Seus principais índices zootécnicos estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4 – Principais índices zootécnicos do Rebanho 2

(continua)

Índice	Valor	Referencias
Intervalo entre partos (IP)	15 meses	COSTA <i>et al</i> , 2007; MARQUES, 2008; CEPEA, 2011; BENEDETTI, <i>et al</i> 2008; FURLANETTO, <i>et al</i> , 2008; COSTA, 2007; YAMAGUCHI <i>et al</i> , 2008; CEPEA, 2011
Período de lactação (PL)	9 meses	CEPEA, 2011; BENEDETTI, <i>et al</i> 2008; MADALENA, 1990; YAMAGUCHI <i>et al</i> , 2008
Taxa de Natalidade (TN)	80%	COSTA <i>et al</i> , 2007 FURLANETTO <i>et al</i> , 2008; CAMPOS e FERREIRA, 2006
Taxa de Mortalidade (TM)	Bezerros: 7% Adultos: 2%	NETO, 2004; COSTA <i>et al</i> , 2007

(continuação)

Índice	Valor	Referencias
Taxa de Reposição (TR)	15%	COSTA <i>et al</i> , 2007; FURLANETTO <i>et al</i> , 2008
Vacas em lactação	60%	COSTA <i>et al</i> , 2007; FURLANETTO <i>et al</i> , 2008; CAMPOS e FERREIRA, 2006
Vacas secas	40%	COSTA <i>et al</i> , 2007; FURLANETTO <i>et al</i> , 2008; CAMPOS e FERREIRA, 2006
População	50 vacas adultas 38 bezerros (a) até 1 ano 36 novilhas de 1 a 3 anos	GOMES (2005); COSTA <i>et al</i> , 2007

Muitos dados também foram obtidos a partir dos levantamentos feitos a campo (GOMES,1995, GOMES 2005, GOMES 2009), nos estados de MG e GO, como descrito para o Rebanho 1. A escolha dos índices também foi avaliada por técnicos da Emater/MG, diretamente envolvidos na assistência técnica a pequenos produtores em Minas Gerais.

Após a definição dos índices zootécnicos definiu-se o índices produtivos. Como no Rebanho 1, foi necessário transformar os índices de rebanho em índices individuais. Fixou-se a produção do rebanho de 50 vacas adultas em 200L/fazenda/dia ou 4,0 L/vaca/dia e 1460 L/vaca/ano resultando em uma produção anual de 73 000 litros.

Com o IP e PL de 15 e 9 meses, respectivamente, tem-se em média 30 vacas em lactação e 20 secas, de acordo com Campos e Ferreira (2006). Dividindo a quantidade diária de leite produzido na fazenda (200) pelo número de vacas em lactação (30), teremos uma média de 6,67 litros/vaca/dia de lactação com produção individual de 1800 litros por lactação de nove meses.

Com a TN de 80% ocorrerão 40 partos por ano, sendo 34 deles de vacas adultas e 6 de primíparas. Admitindo-se que 50% dos nascidos são machos, a propriedade terá em média 18,6 bezerros com 6 arrobas para venda a cada ano.

Considerando a TR anual de 15%, o rebanho descartará em média 7,5 vacas por ano. Subtraindo-se então a necessidade de reposição, o proprietário terá 10,7 novilhas disponíveis para venda.

Os preços do leite e da arroba utilizados foram de R\$0,74 e R\$ 90,60 respectivamente, conforme descrito para o Rebanho 1, gerando uma receita anual de R\$ 54 020,00 com a venda de leite e de R\$ 10 110,96 com a venda de bezerros para engorda e abate.

Para a venda de novilhas mestiças prenhes utilizou-se o preço de 1,5 vezes o valor da arroba, conforme descrito por Moraes (2004), gerando uma receita anual de R\$ 21.869,03.

2.3 Prevalência inicial e saneamento dos rebanhos

Para se calcular o tempo e o número de testes necessários assim como o número de animais a serem eliminados até o saneamento do rebanho construiu-se um modelo de simulação utilizando planilhas do Microsoft Excel. Não se trata de um modelo matemático de dispersão de doenças e sim uma simples sequência de tabelas 2x2, conforme exemplo abaixo, considerando a prevalência inicial das duas doenças e a sensibilidade e especificidade de cada teste. Não será levado em consideração a introdução de animais infectados assim como novas infecções durante o processo de saneamento.

Tabela 5 – Modelo para saneamento de rebanho infectado

	Nº animais Infectados	Nº de animais Não infectados	
Nº animais positivos	Sen x Inf	(1-Esp)xNInf	(SenxInf)+[(1-Esp)xNInf]
Nº animais negativos	(1-Sen)xInf	EspxNInf	[(1-Sen)xInf]+EspxNInf
	Inf	NInf	Nº animais do rebanho

Inf = Nº animais do rebanho vezes a prevalência; NInf = Nº animais do rebanho vezes (1-Prevalência); Sen = Sensibilidade do teste; Esp = Especificidade do teste

A sequência de testes utilizados para o saneamento seguirá o determinado pelo PNCEBT (BRASIL, 2006), sendo os testes para diagnóstico da brucelose o Antígeno Acidificado Tamponado (AAT) seguido pelo confirmatório 2-Mercaptoetanol (2-ME) e para a tuberculose o Teste Cervical Comparativo (TCC). Os testes serão realizados no mesmo dia com intervalos de 90 dias, entre os resultados positivos e o primeiro e o segundo resultado negativo, e de 180 dias entre o segundo e terceiro resultados negativos. Como os testes serão realizados simultaneamente optou-se por utilizar apenas um teste para o diagnóstico da tuberculose, no caso o TCC.

Os valores de sensibilidade e especificidade foram buscados na literatura e estão sumarizados na Tabela 6.

Tabela 6 – Valores de especificidade e sensibilidade dos testes AAT, 2-ME e TCC utilizados no saneamento dos rebanhos modelo.

Teste	Sensibilidade	Especificidade	Referência
TCC	77,5%	99,5%	Lôbo (2008)
AAT	96,0%	63,8%	Samartino (1999); Stemshorn (1985); Saravi, (1995); Gall e Nielsen (2004)
2-ME	81,4%	99,8%	

AAT: Antígeno Acidificado Tamponado; 2-ME: 2 Mercaptoetanol; TCC: Teste Cervical Comparativo.

Os valores para a sensibilidade e especificidade do TCC descrito por Lôbo (2008) representa o valor médio de uma distribuição de PERT feita a partir de valores encontrados na literatura. Já os valores para os testes AAT e 2-ME descritos por Samartino (1999), Stemshorn (1985) e Saravi, (1999) foram obtidos através de experimentos controlados, enquanto Gall e Nielsen (2004) apresentam um valor médio obtido a partir de valores encontrado na literatura.

2.3 Impacto das doenças

De acordo com Rushton (2009), as doenças afetam o sistema produtivo de

varias maneiras. Elas podem causar diminuição da conversão alimentar ou mesmo matar os animais, resultando em menor produção de carne e leite, além de aumentar o custo de produção devido à necessidade de reposição. Podem também simplesmente alterar a estrutura do rebanho impedindo que ele alcance seu potencial máximo de produção, como nos casos de problemas reprodutivos.

A tuberculose é uma doença crônica, que se estabelece dentro de um rebanho, passando muitas vezes despercebida pelo o criador. Existem diversos relatos na literatura sobre perdas econômicas associadas à tuberculose, porém muitos baseados em opiniões de especialistas e calculados para regiões ou países como um todo. Alguns desses efeitos também mostraram não serem significativos quando trabalhados em rebanhos individuais (LÔBO, 2008). Diante disso, optou-se por trabalhar apenas com a redução na produção de leite por ser um fator característico da doença e seus efeitos são sentidos nos rebanhos individualmente, mesmo em baixa prevalência. De acordo com a literatura, a tuberculose causa uma redução na produção de leite entre 10% a 18% (BARWINEK e TAYLOR, 1996; NADER e HUSBERG, 1988; KANTOR e RITACCO, 1994 apud HOMEM, 2003) sendo 12 % o valor mais encontrado (BERNUÉS *et al*, 1997).

Para incorporar a variabilidade e as incertezas inerentes aos fenômenos biológicos, os valores obtidos na literatura foram tratados como opinião de especialistas e modelados com o auxílio do software *Model Risk Standart 4* (WWW.vosesoftware.com). Utilizou-se a distribuição de probabilidades de PERT, conforme descrito por Vose (2009), com os parâmetros 10%, 12% e 18% para os valores mínimo, mais provável e máximo respectivamente. Dessa forma os resultados não serão expressos em valor médio e sim com uma distribuição de probabilidades.

A brucelose, apesar de também ser uma doença crônica e se tornar endêmica nos rebanhos, possui algumas manifestações que são percebidas mais facilmente pelos pecuaristas, como por exemplo o aborto e a mortalidade perinatal.

Na literatura são encontrados diversos trabalhos sobre seus efeitos na produção animal. Como realizado para a tuberculose, os dados foram modelados utilizando uma distribuição de probabilidades de PERT. Os efeitos considerados e seus respectivos valores foram:

- Taxa de aborto variando de 10% a 50% (BERNUÉS *et al*, 1997, PAULIN e FERREIRA NETO, 2003) sendo que Poester (2006), em experimento controlado, encontrou 31% de aborto. O aborto será considerado apenas nas fêmeas de primeiro parto. Valores mínimo, mais provável e máximo para a distribuição de PERT são 10%, 31% e 50%, respectivamente.
- Mortalidade perinatal, para todas as fêmeas infectadas, variando de 5% a 20% (HUGH-JONES *et al*, 1975, GOMEZ, 1986; MURILLO, 1989 apud BERNUÉS *et al*, 1997), porém Poester, 2006 encontrou 31% em experimento controlado realizado no Brasil. Valores mínimo, mais provável e máximo para a distribuição de PERT são 5%,10% e 31%, respectivamente.
- Aumento do intervalo entre partos entre 4 e 6 meses (MARA, 1991; HOEDEMAKER, 1997; apud HOMEM 2003; PAULIN e FERREIRA NETO, 2003,). Valores mínimo, mais provável e máximo para a distribuição de PERT são 4, 5 e 6 meses, respectivamente.
- Aumento da taxa de reposição por infertilidade das fêmeas que abortaram de 15% a 30% (HUGH-JONES *et al*, 1975; CARPENTER, 1976, apud BERNUÉS *et al*, 1997, LUCAS, 2006; HOMEM, 2003; BRASIL, 2006). Valores mínimo, mais provável e máximo para a distribuição de PERT são 15%, 20% e 30%, respectivamente.

2.4 Modelo econômico

O modelo econômico seguiu o descrito por Rushton (2009) como uma avaliação de investimento. Ele consiste em se levantar os custos e os benefícios de uma mudança, no *tempo* em que eles ocorrem, e compará-los para indicar se ela é viável ou não economicamente. Esse tipo de análise não tem o objetivo de demonstrar o lucro ou prejuízo da empresa como um todo e sim de indicar os ganhos ou perdas de receita resultante da mudança proposta.

Como os benefícios e os custos ocorrerão em períodos temporais diferentes é necessário realizar a atualização de seus valores monetários. De acordo com Rushton (2009), o princípio básico da atualização monetária é que um Real hoje vale

mais que um Real a ser recebido no futuro, pois o Real de hoje pode ser investido a uma determinada taxa e no futuro o valor acumulado será maior. Essa taxa é chamada de taxa de desconto ou de juros.

De acordo com Dijkhuizen e Morris (1997), da taxa de desconto deve ser subtraída a taxa de inflação para termos a taxa de desconto real.

Considerando um perfil mais conservador do produtor rural, optou-se por considerar a taxa de interesse o rendimento da poupança. Ou seja, se o produtor rural não investisse na certificação da propriedade seu dinheiro seria aplicado na poupança.

Em 2011 o rendimento da poupança foi de 7,5% e a inflação fechou em 6,5% (WWW.portalbrasil.net). Com isso a taxa de desconto real utilizada foi de 1%.

Para realizar a atualização utilizou-se a fórmula descrita por Rushton (2009):

$$VP = X_t / (1+r)^t$$

Onde VP = Valor presente,

X_t = quantidade de dinheiro no ano t ,

r = taxa de desconto ou de interesse e

t = o número de anos a partir da data presente.

O horizonte temporal trabalhado foi de 5 e 10 anos.

Depois que todos os benefícios e custos foram atualizados, pode-se realizar a comparação. Para isso serão utilizados:

- *Valor Presente Líquido (VPL)*: é a diferença entre a soma de todos os valores presentes dos benefícios e a soma de todos os valores presentes dos custos. Se o valor do VPL for negativo, o investimento é economicamente inviável, enquanto um VPL positivo indica apenas que o investimento pode ser considerado.
- *Taxa Interna de Retorno (TIR)*: é a taxa de desconto que fará com que o VPL

seja igual a zero. Ou seja, a TIR é a taxa que iguala com a taxa de desconto utilizada. Então, se a TIR exceder a taxa de desconto utilizada (também chamada de custo de oportunidade do capital) o investimento merece atenção.

- *Razão Benefício-Custo (RBC)*: é a divisão da soma dos valores presentes dos benefícios pela soma dos valores presentes dos custos. Caso essa razão seja maior que 1 o investimento deve ser levado em consideração.

3. Custos

3.1. Testes

O modelo de simulação de saneamento das propriedades descrito anteriormente calculou o número de testes necessários para a certificação. Para saber o preço cobrado pelos médicos veterinários habilitados e pelos laboratórios credenciados realizou-se uma consulta às Superintendências Federais de Agricultura nos estados. O preço nos maiores estados produtores variou entre R\$20 e R\$50 para realização dos dois exames. Optou-se por considerar o valor de R\$15,00 para cada teste. Consultou-se também três laboratórios credenciados para realizar o 2-ME e o preço médio foi de R\$25,00.

3.1.2 Reposição de vacas adultas

Para manter o mesmo número de vacas adultas no rebanho decidiu-se que cada vaca eliminada em função de um resultado positivo seria substituída por novilha prenhe comprada no mercado e incorporada no rebanho no ano seguinte. O custo total foi:

Custo de reposição = N^o vacas adultas positivas x preço novilha

3.3 Bezerros (a) não vendidos

Para o rebanho 1, bezerros machos e fêmeas serão vendidos aos nove meses enquanto o rebanho 2 venderá apenas os machos, conforme descrito anteriormente. A eliminação de um bezerro por um resultado positivo implica em uma receita não recebida, portanto um custo a mais para o processo de certificação.

O custo total foi:

Custo com bezerros (a) não vendidos = N^o de bezerros positivos x preço do bezerro

3.4 Novilhas não vendidas

O rebanho 2 mantém as fêmeas nascidas na propriedade para reposição e vende o excedente já prenhe. Com isso, uma novilha ou bezerra eliminada se transforma em uma receita não concretizada.

Custo com novilhas não vendidas = n^o bezerras/novilhas positivas x preço novilha

4. Benefícios

4.1 Incremento na produção de leite

Com a substituição das vacas positivas para tuberculosas por outras sadias haverá um acréscimo de 10% a 18%. Com a substituição das vacas positivas para brucelose por outras sadias haverá uma diminuição do intervalo entre partos médio do rebanho com conseqüente aumento do número de vacas em lactação.

Benefício com leite não produzido pela brucelose = $[(N^{\circ} \text{ vacas em lactação rebanho livre} \times \text{produção/dia de lactação} \times 365) - (N^{\circ} \text{ vacas em lactação rebanho infectado} \times \text{produção/dia de lactação} \times 365)] \times \text{preço do leite}$

Benefício com leite não produzido pela tuberculose = $N^{\circ} \text{ vacas em lactação com tuberculose} \times \text{produção/dia de lactação} \times \% \text{ de redução na produção} \times 365 \times \text{preço do leite}$

4.2. Venda de bezerros (a)

Com a ausência da brucelose haverá um aumento na taxa de natalidade e no número de animais vivos até os 9 meses, gerando mais receita para o produtor. O custo de criação dos bezerros que nascerão a mais no rebanho livre foram obtidos de Moraes (2004) para um sistema semelhante a estes. O custo foi estimado com base nas despesas com o bezerro do nascimento até a desmama mais os custos fixos nos quais eles tinham participação. Não foi incluído o leite consumido por eles por este não ser revertido em aumento de produção das mães (MORAES, 2004). Os valores foram atualizados para dezembro de 2011 pelo IGP-DI e correspondem a R\$97,00.

Benefício com venda de bezerros = $(N^{\circ} \text{ bezerros vivos até 1 ano no rebanho livre} - N^{\circ} \text{ de bezerros vivos até 1 ano no rebanho infectado}) \times \text{preço do bezerro} - (N^{\circ} \text{ bezerros vivos até 1 ano no rebanho livre} - N^{\circ} \text{ de bezerros vivos até 1 ano no rebanho infectado}) \times \text{custo do bezerro}$

4.3. Venda de novilhas

Para o rebanho 2, com a ausência da brucelose, haverá mais fêmeas para serem vendidas prenhes. Esse benefício começara a ser contado a partir do ano 3 da certificação. O custo para se criar uma novilha até os 3 anos foi obtido de Moraes, 2004 e atualizado para valores de dezembro de 2011, pelo IPCA, e corresponde R\$655,90.

Benefício da venda de novilhas = (Nº novilhas no rebanho livre – Nº de novilhas no rebanho infectado) x preço da novilha - (Nº novilhas no rebanho livre – Nº de novilhas no rebanho infectado) x custo da novilha.

2.3.2.4 Pagamento pelos animais infectados

De acordo com a legislação brasileira, os produtores são indenizados em 25% do valor de mercado do animal no caso de eliminação por resultado positivo para tuberculose. O preço da vaca adulta eliminada é o mesmo que o da novilha, sendo 1,5 x peso x valor da arroba. Para bezerros se considerou apenas o peso.

Benefício pela indenização = Nº animais positivos para tuberculose x valor do animal x 25%

5. Análise de sensibilidade e simulação de cenários

De acordo com Rushton (2009), a análise de sensibilidade consiste em analisar o impacto que variações nos valores ou na quantidade de determinado insumo ou produto terá no resultado econômico do projeto. Diante disso, se

investigará o resultado que diferentes valores de indenizações pagas assim como de adicionais pagos por litro de leite terão na viabilidade do projeto.

Serão simulados o impacto, em 5 e 10 anos, do pagamento adicional de R\$ 0,01 e R\$0,02 por litro de leite a partir do momento em que o produtor entrar no processo de certificação e o pagamento de indenizações nos valores de 50%, 75% e 100% dos animais positivos para tuberculose e brucelose.

Para investigar o impacto de possíveis alterações no atual modelo de certificação e impacto de situações epidemiológicas distintas, diferentes cenários serão simulados, sendo:

- Cenário 1: prevalência de tuberculose 10% e brucelose 16% e certificação atual.

A prevalência inicial de tuberculose é semelhante ao utilizado por Lôbo (2008), ao encontrado por Belchior (2001) em estudo realizado em Minas Gerais e ao relatado por Perez, *et al* (2002) para rebanhos leiteiros na Argentina.

Já para a prevalência brucelose, o valor foi obtido através da análise do banco de dados de animais do estudo de prevalência para a doença conduzido em Minas Gerais em 2006, cedido pelo professor Vitor S. P. Gonçalves da Universidade de Brasília. Valores semelhantes foram encontrados por Campos, *et al* (2010) e Herrera, *et al* (2008) no México.

Considerando que a probabilidade de as duas doenças ocorrerem são independentes a prevalência de animais com infecção simultânea foi obtida através da multiplicação das prevalências individuais conforme descrito por Vose (2009), resultando em 1,6%. Essa prevalência foi aplicada na população de animais adultos testados para as duas doenças. Para não haver duplicidade, somar o mesmo animal duas vezes, ele foi subtraído do total de positivos para brucelose visando favorecer o produtor já que há indenização para os positivos para tuberculose.

- Cenário 2: Prevalência de tuberculose 10% e brucelose 0% e certificação atual.
- Cenário 3: Prevalência de tuberculose 0% e de brucelose 16% e certificação atual.

- Cenário 4: Prevalência de tuberculose 10% e certificação apenas para tuberculose;
- Cenário 5: Prevalência de brucelose 16% e certificação apenas para brucelose;
- Cenário 6: Ausência de doenças e certificação com dois testes negativos.

Em regiões onde a prevalência da doença é muito baixa a alternativa de se certificar uma propriedade como livre vem ganhando força entre os envolvidos no processo.

Dentro do modelo proposto de saneamento a propriedade infectada não consegue a certificação de livre no mesmo ano que iniciou o processo de saneamento. O 3º teste negativo só ocorre no ano seguinte (dia 450). Com isso a possibilidade de certificação com apenas 2 testes irá influenciar apenas no tempo em que a certificação ocorrerá, não influenciando o fluxo de caixa anual, pois o 3º teste negativo seria substituído pelos testes de controle anuais. Optou-se, então, por comparar a certificação com dois e três testes em um cenário de ausência das duas doenças.

RESULTADOS

1. Cenário 1: prevalência de tuberculose 10% e brucelose 16% e certificação atual.

Com a prevalência de 10% e de 16% para tuberculose e brucelose respectivamente, o atual modelo de certificação se mostrou viável economicamente para o Rebanho 1, com probabilidade de 55,4% de retorno do investimento em 5 anos e de 100% em 10 anos, conforme demonstrado pelas Figuras 1 e 2.

Caso seja pago uma indenização de 50% do valor dos animais ou um adicional de R\$0,01/L há uma probabilidade de retorno do investimento em 5 anos de 99,9%, conforme demonstrado nas figuras 3 e 4.

Já para o rebanho 2 não houve retorno do investimento em nenhum dos horizontes temporais trabalhados, conforme demonstrado pela Figura 5.

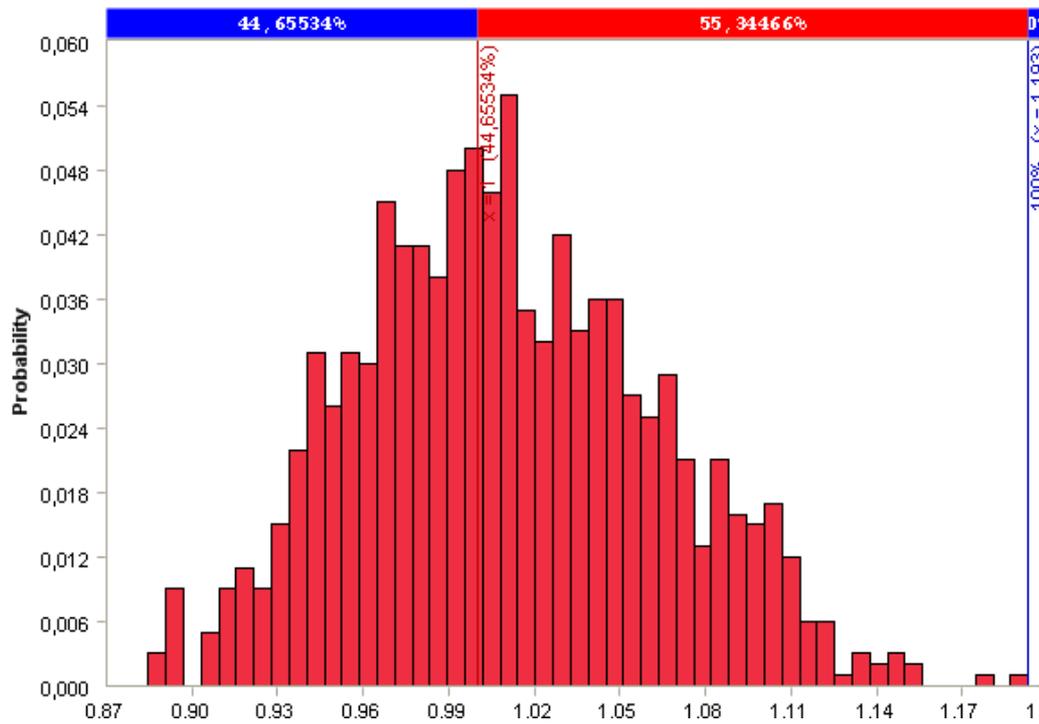


Figura 1 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 5 anos, para o Rebanho 1

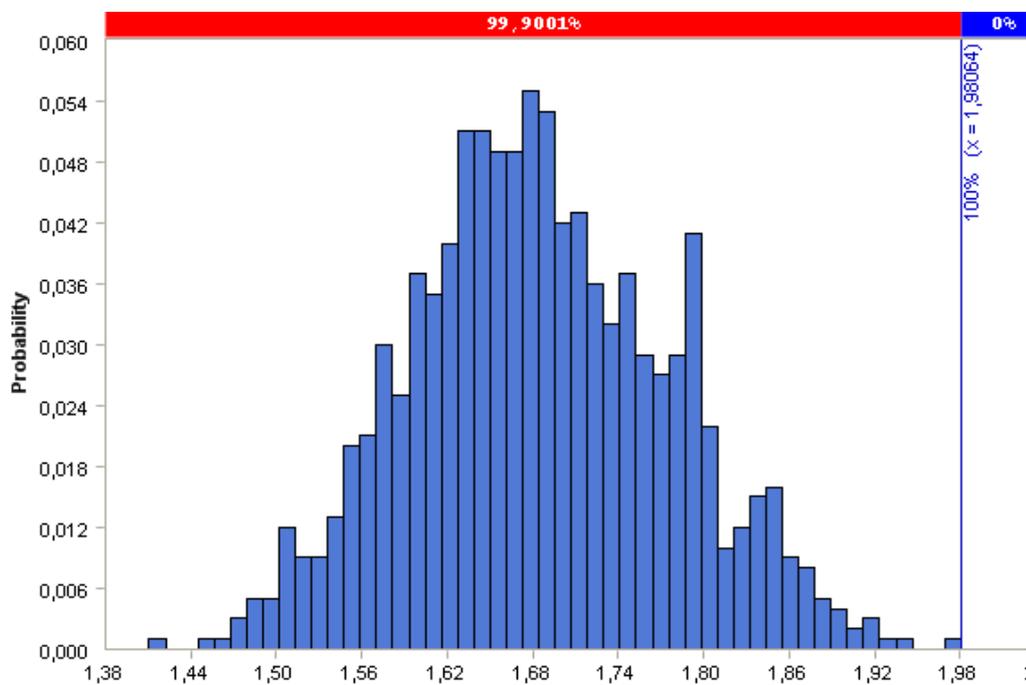


Figura 2 - Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 10 anos, para o Rebanho 1

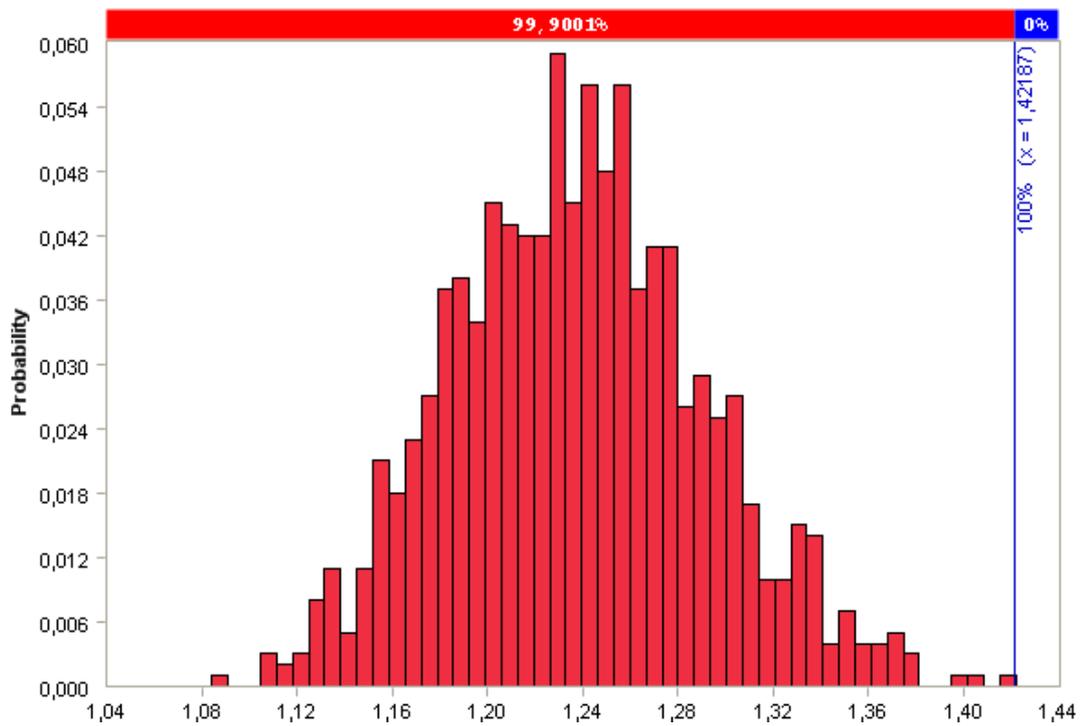


Figura 3 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 5 anos, com o pagamento de indenização de 50% para o Rebanho 1.

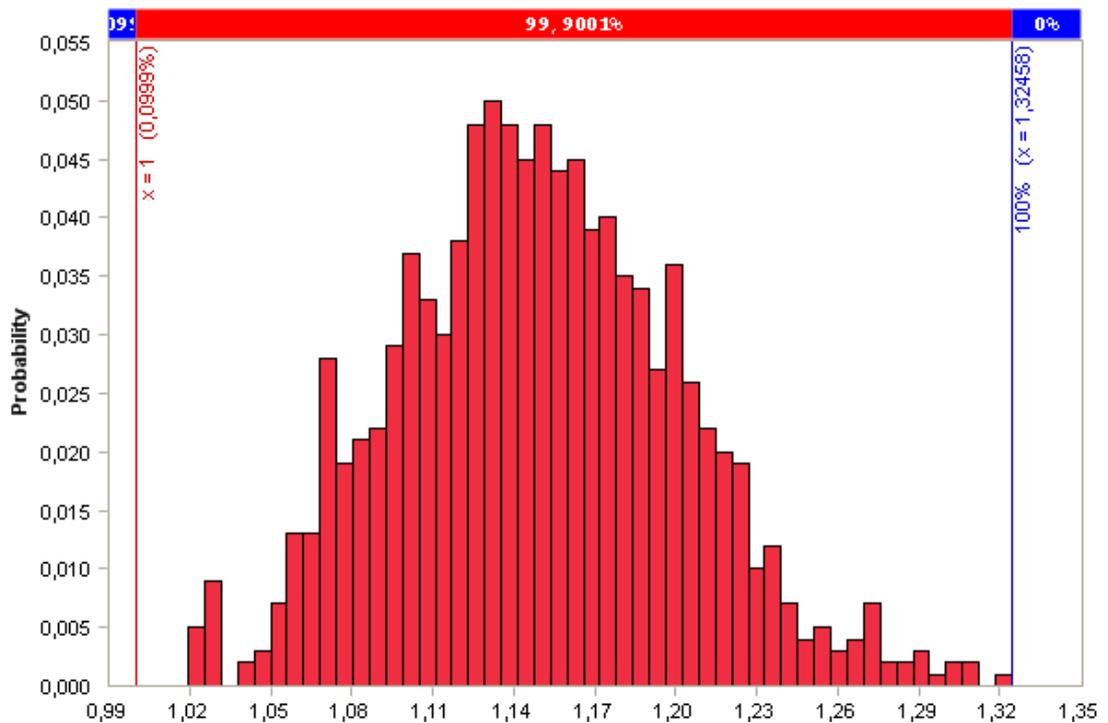


Figura 4 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 5 anos, com o pagamento de adicional de R\$0,01 para o Rebanho 1.

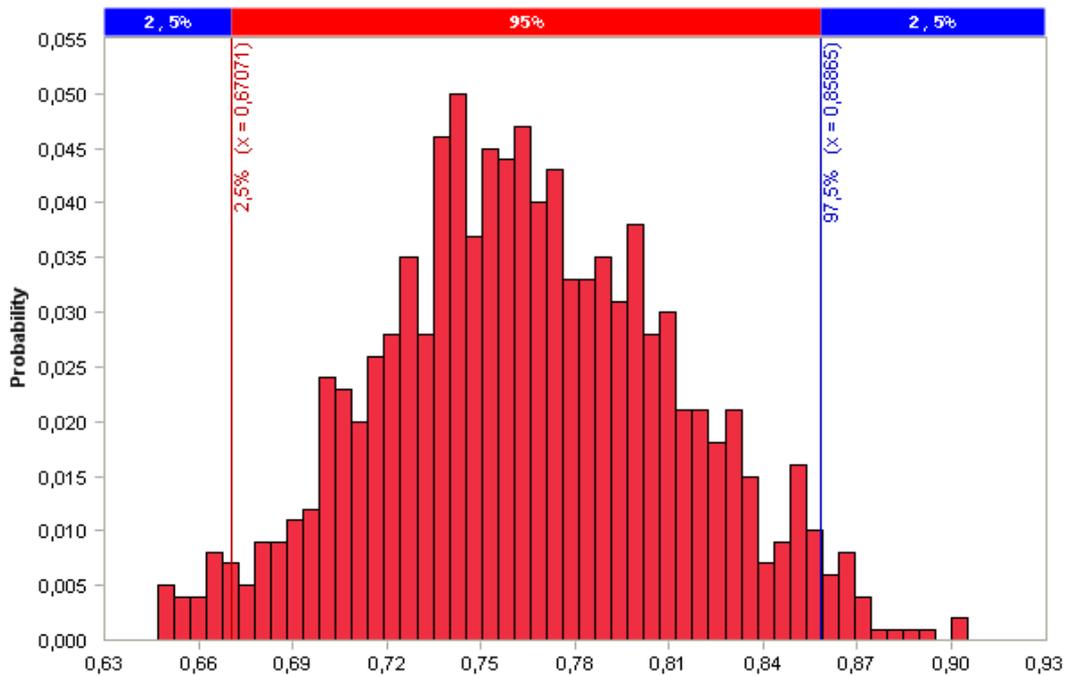


Figura 5 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 10 anos, para o Rebanho 2

O retorno financeiro para rebanho 2 não ocorreu em 5 anos, independente dos valores adicionais pagos, conforme Figura 6 e 7.

Já em 10 anos há uma probabilidade de apenas 2,5% de retorno quando existe o pagamento adicional de R\$0,02/litro de leite, como mostra a Figura 8.

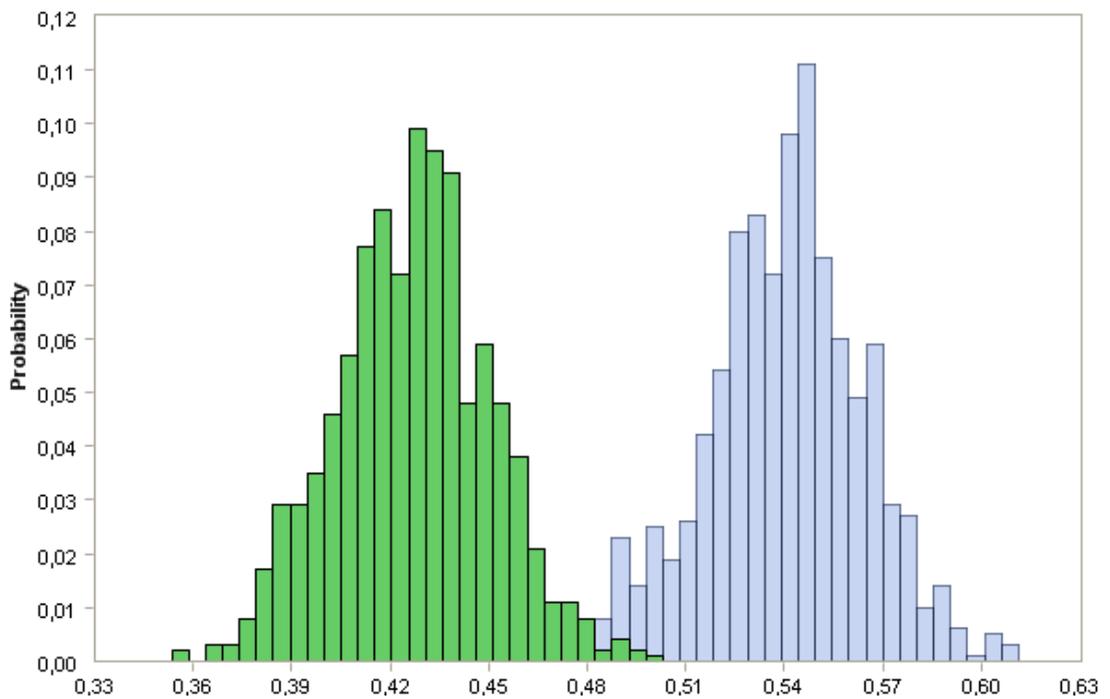


Figura 6 – Comparação entre RBC em 5 anos sem adicional e com adicional de R\$ 0,01/litro de leite, para o rebanho 2

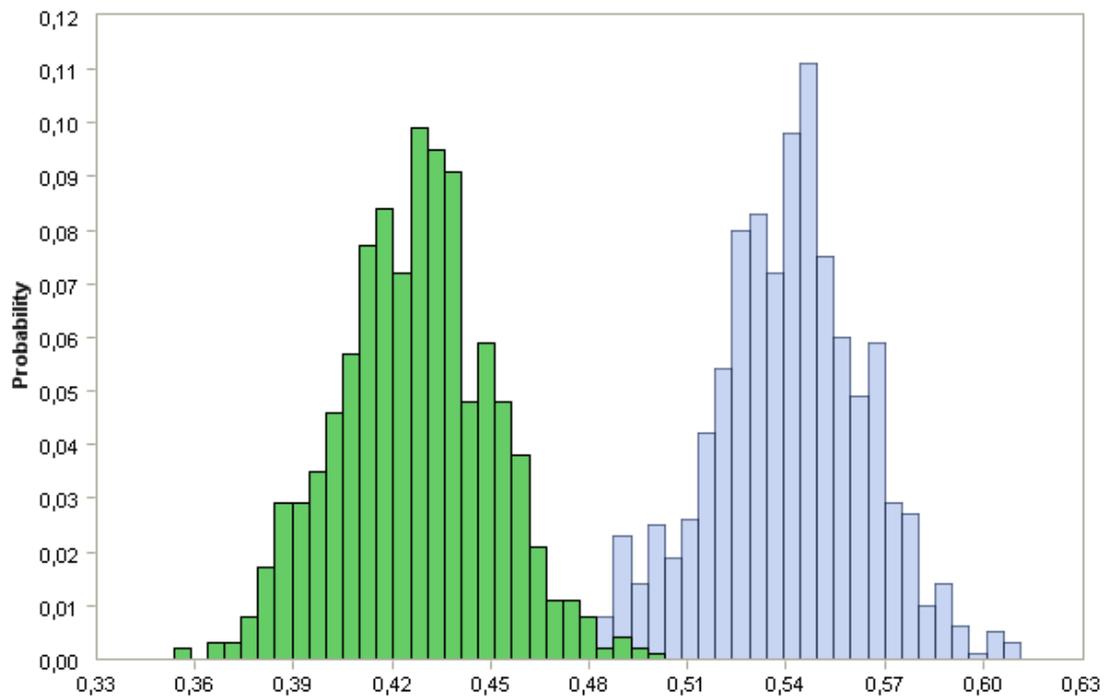


Figura 7 – Comparação entre RBC em 5 anos sem adicional e com adicional de R\$ 0,02/litro de leite, para o rebanho 2

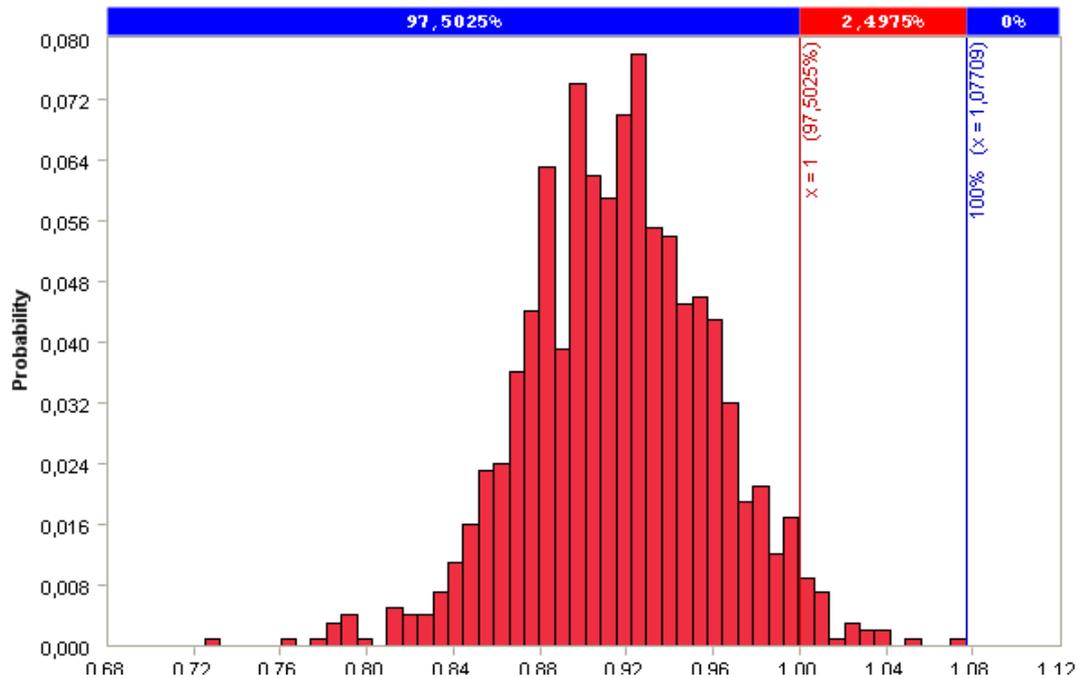


Figura 8 – Probabilidade de retorno de investimento, com base na RBC em 10 anos, com adicional de R\$ 0,02/litro de leite, para o rebanho 2

Com o pagamento de indenizações para as duas doenças o retorno financeiro só ocorreu após 10 anos. Houve uma probabilidade de retorno do investimento de 6,4%, 83,5% e de 100% para valores de indenizações de 50%, 75% e 100% respectivamente, como mostra as Figuras 9, 10 e 11 abaixo.

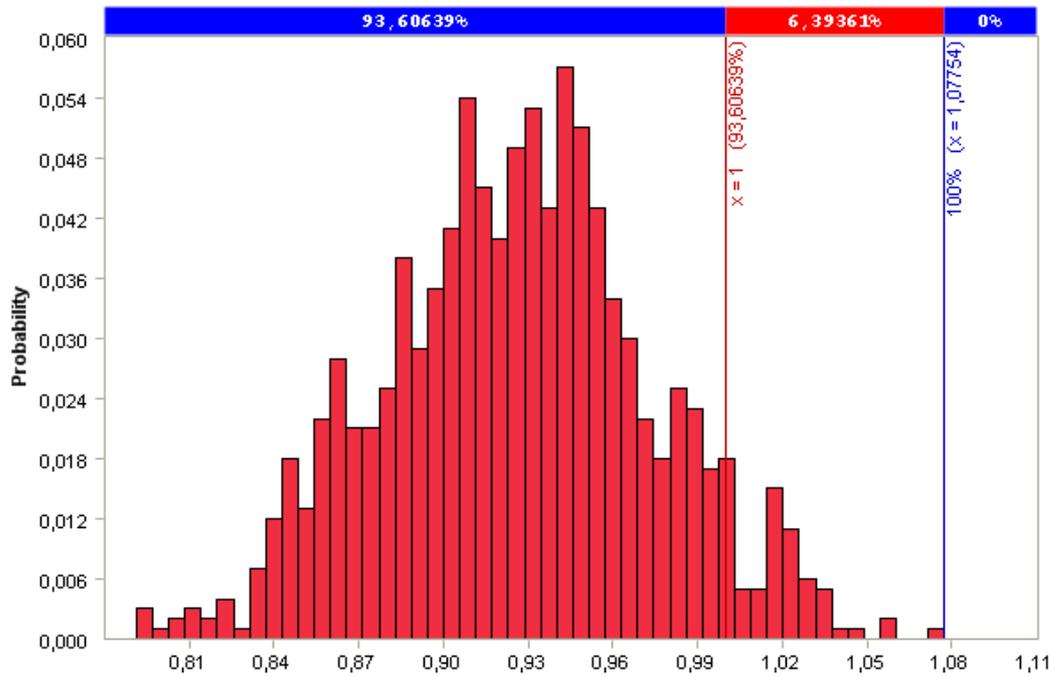


Figura 9 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 10 anos, com pagamento de indenização de 50% do animal eliminado para o rebanho 2

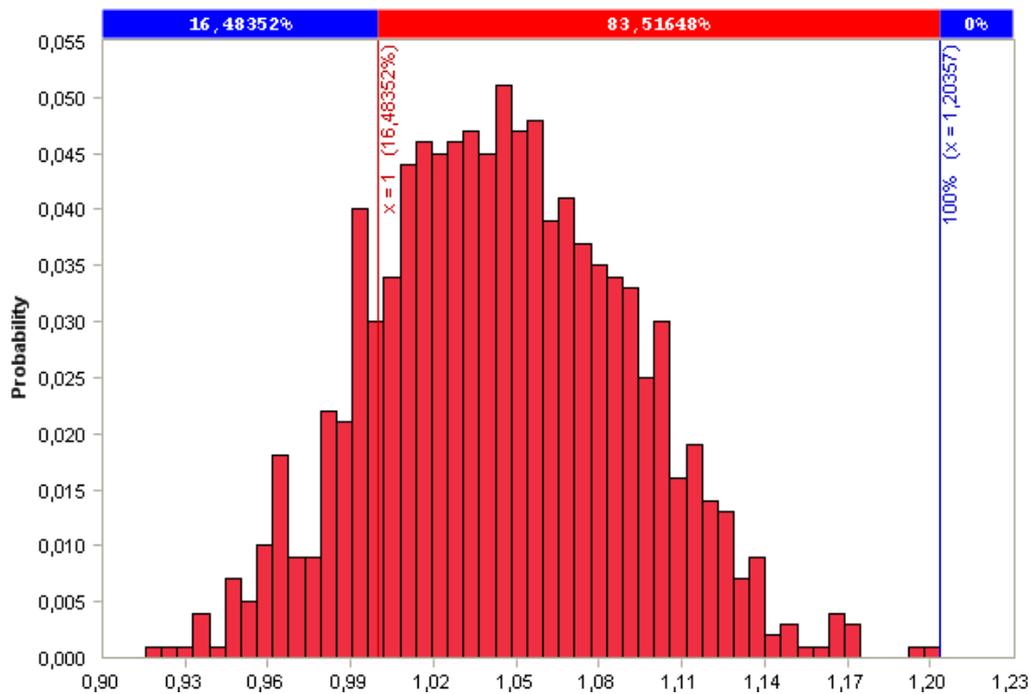


Figura 10 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 10 anos, com pagamento de indenização de 75% do animal eliminado para o rebanho 2

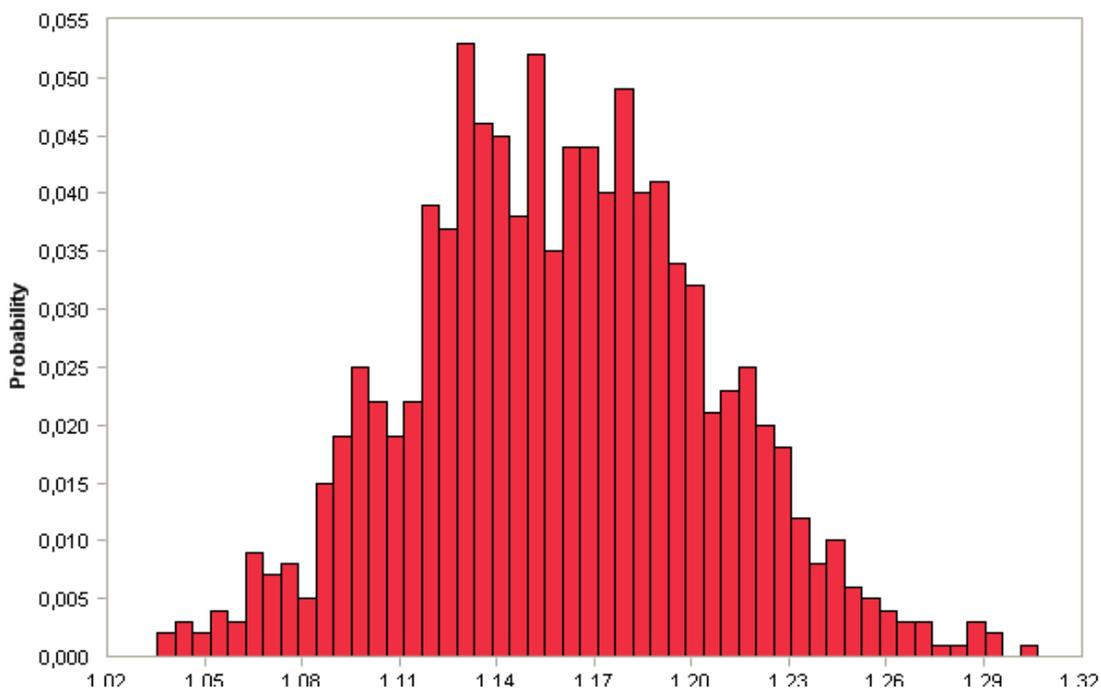


Figura 11 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 10 anos, com pagamento de indenização de 100% do animal eliminado para o Rebanho 2

Com o pagamento adicional de R\$0,01 e indenização de 100% do valor dos animais eliminados por tuberculose e brucelose, há uma probabilidade de 20,8% de retorno do investimento em 5 anos (Figura 12). Caso o adicional seja de R\$0,02, a probabilidade de retorno do investimento passa a ser de 95,4%, conforme Figura 13.

Em 10 anos, há uma probabilidade de retorno de 49,5%, com o adicional de R\$0,01/L e indenização de 50%. Se a indenização for de 75%, a probabilidade passa a ser de 99,9%, de acordo com Figuras 14 e 15.

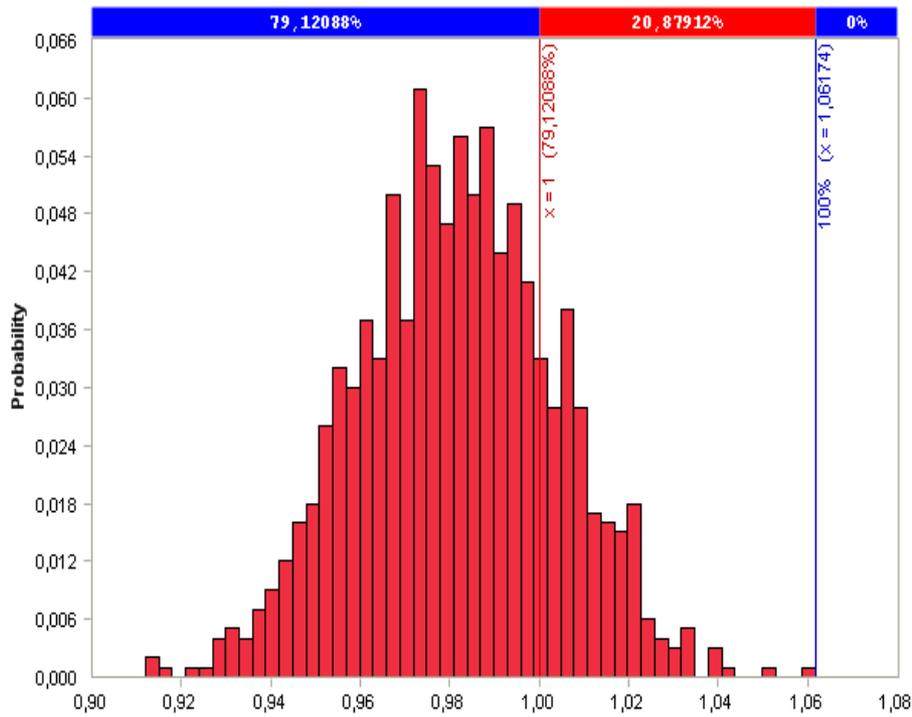


Figura 12 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 5 anos, com pagamento de indenização de 100% e adicional de R\$ 0,01 para o rebanho 2

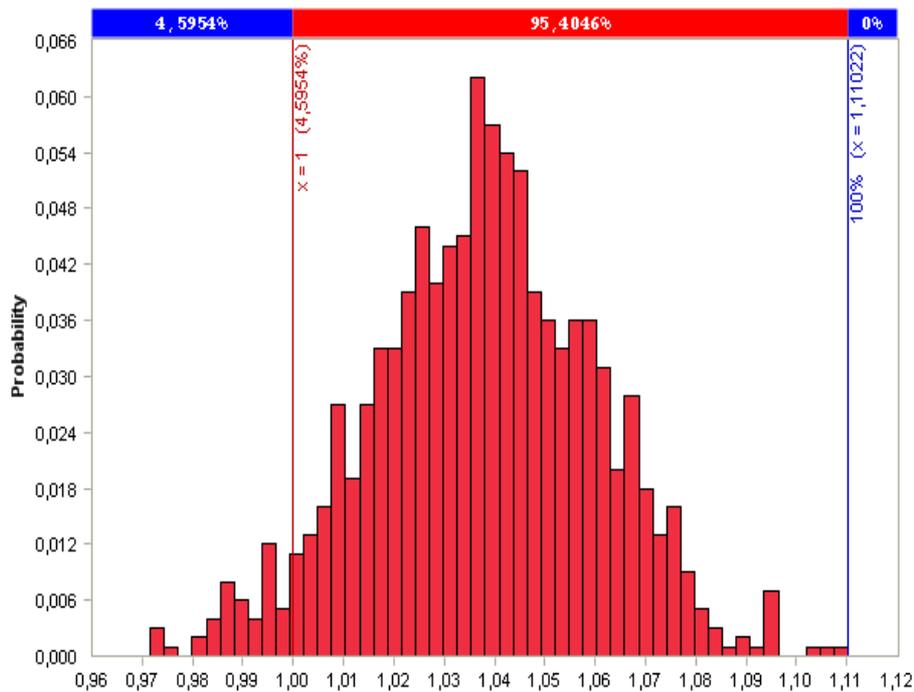


Figura 13 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 5 anos, com pagamento de indenização de 100% e adicional de R\$ 0,02 para o rebanho 2

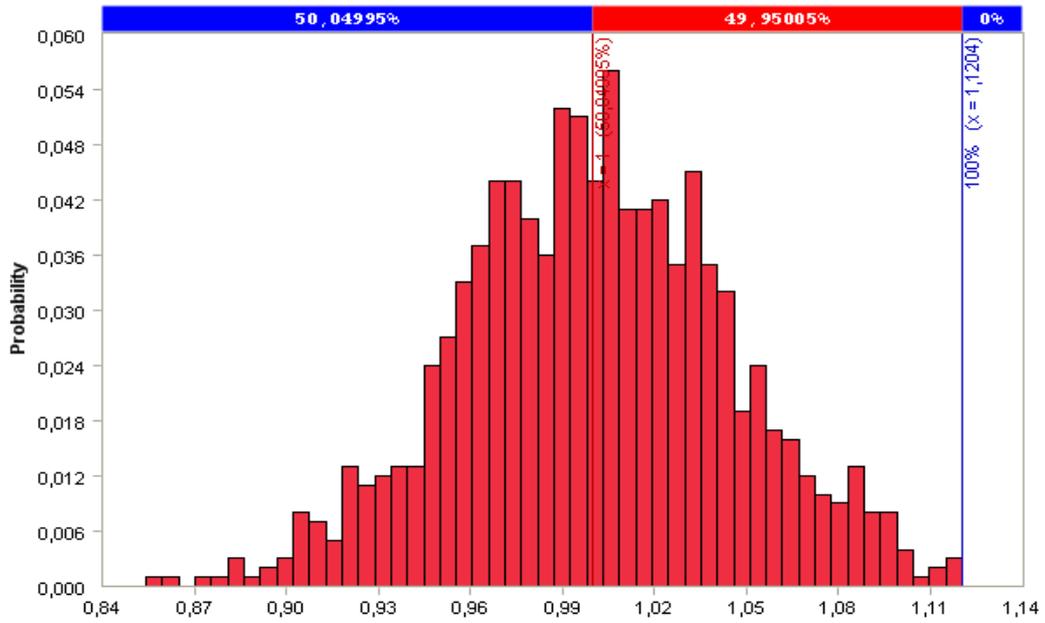


Figura 14 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 10 anos, com indenização de 50% e adicional de R\$0,01/L para o Rebanho 2

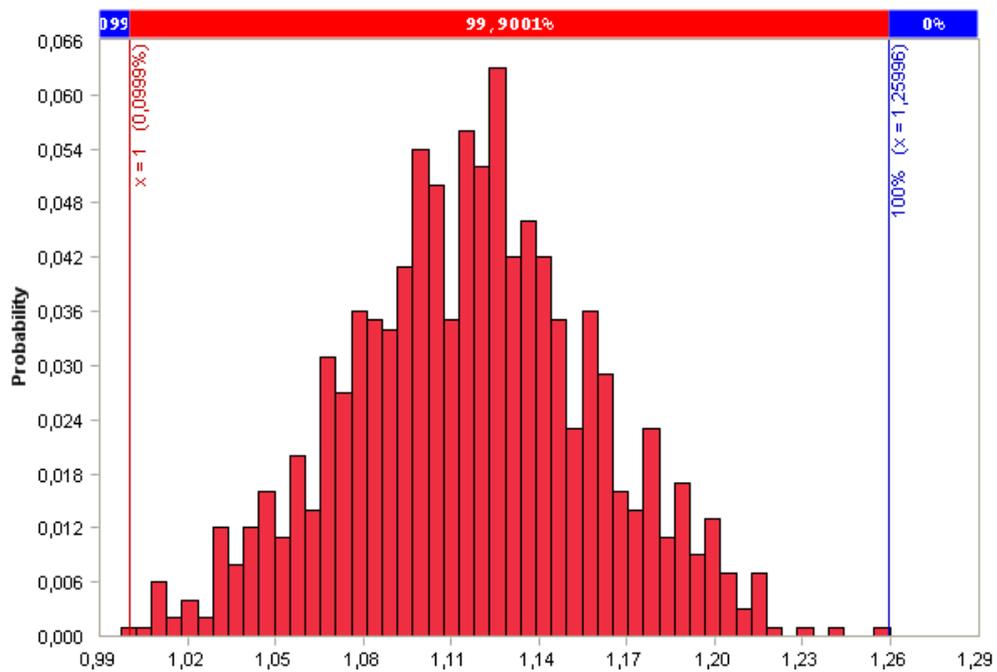


Figura 15 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 10 anos, com indenização de 75% e adicional de R\$0,01/L para o Rebanho 2

3.2 Cenário 2: Prevalência de tuberculose 10% e brucelose 0% e certificação atual.

A certificação na ausência da brucelose não é economicamente viável para nenhum dos dois rebanhos, como demonstra as Figuras 16 e 17.

O retorno econômico pode ser obtido apenas após 10 anos para o Rebanho 1 caso haja o pagamento de indenizações, mínimo de 75% e adicional R\$0,02 por litro de leite. Para o Rebanho 2, nem a indenização de 100% do valor dos animais e o adicional de R\$0,02 foram capazes de fazer o investimento ser viável economicamente, como mostra as Figuras 18 e 19.

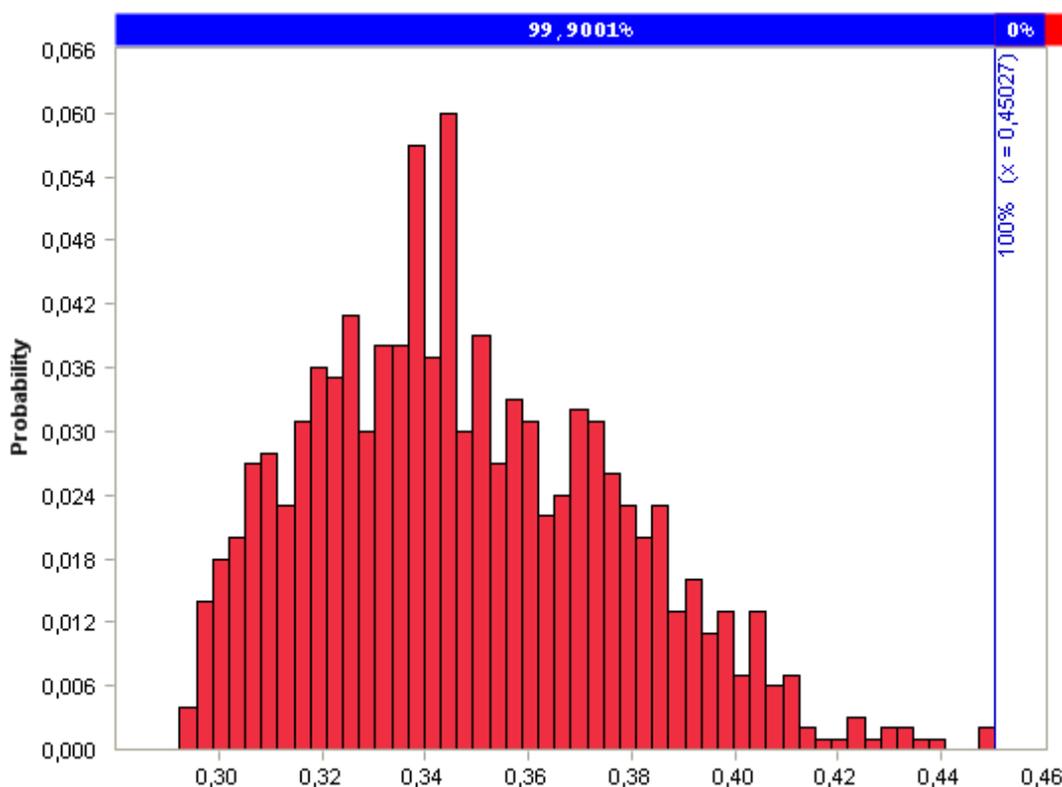


Figura 16 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 10 anos, para o Rebanho 1

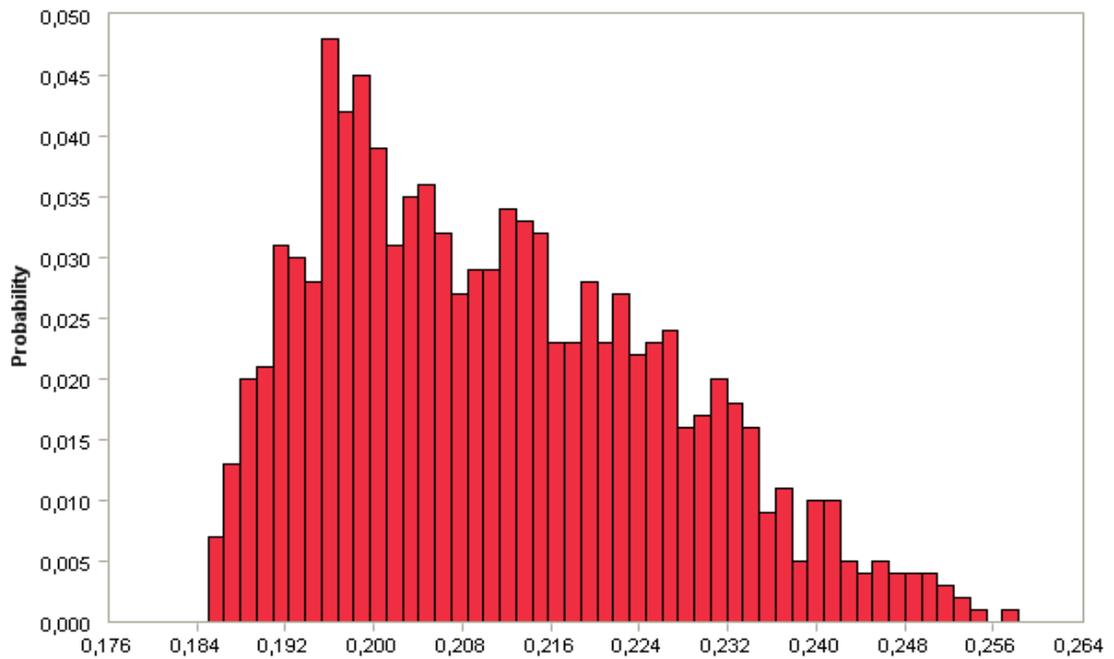


Figura 17 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 10 anos, para o Rebanho 2

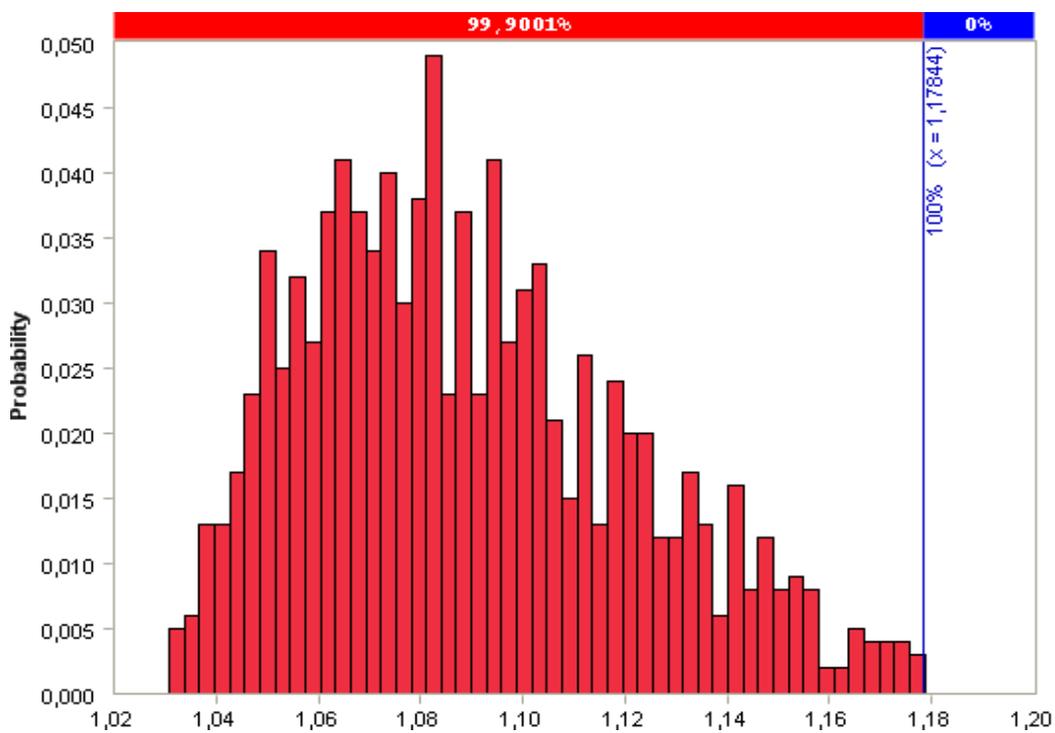


Figura 18 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 10 anos, com indenização de 75% e adicional de R\$0,02/L para o Rebanho 1

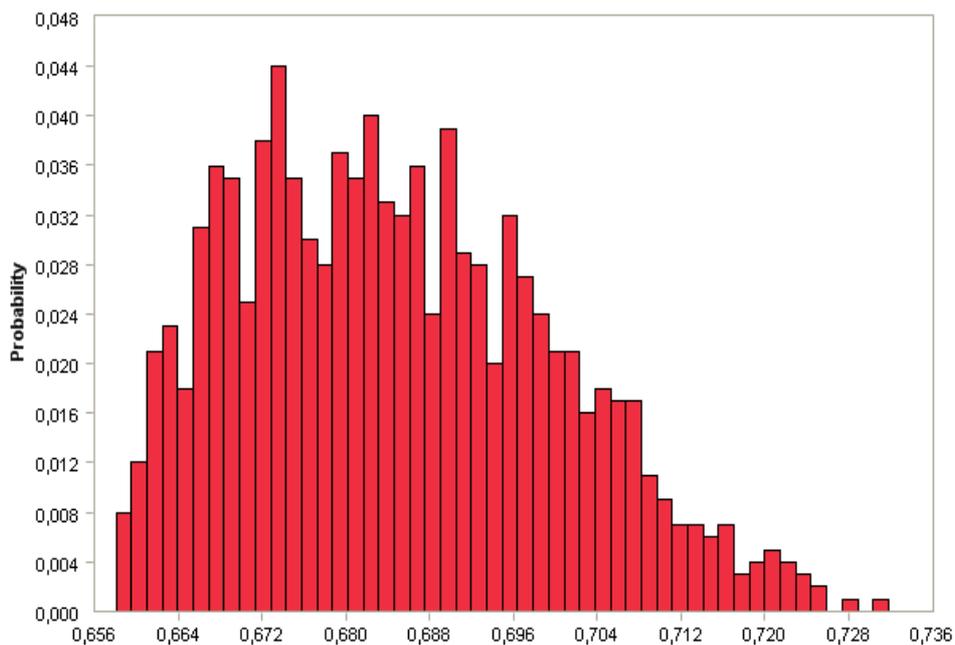


Figura 19 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 10 anos, com indenização de 100% e adicional de R\$0,02/L para o Rebanho 2.

3.3 Cenário 3: Prevalência de tuberculose 0% e de brucelose 16% e certificação atual

Para o Rebanho 1, a probabilidade de retorno do investimento em 5 anos é 94,8%, como mostra a Figura 20.

Para o Rebanho 2, a probabilidade de retorno do investimento de 56% em 5 anos só existe caso seja paga indenização de 100% do valor dos animais e adicional de R\$0,02, conforme Figura 21.

Já em 10 anos, há uma probabilidade de retorno de 81,7% caso seja paga apenas a indenização de 100% do valor dos animais eliminados, ou de 96,9% e 99,7% caso sejam pagas indenizações de 75% e 100%, respectivamente, mais um adicional de R\$0,01, como mostram as Figuras 22, 23 e 24.

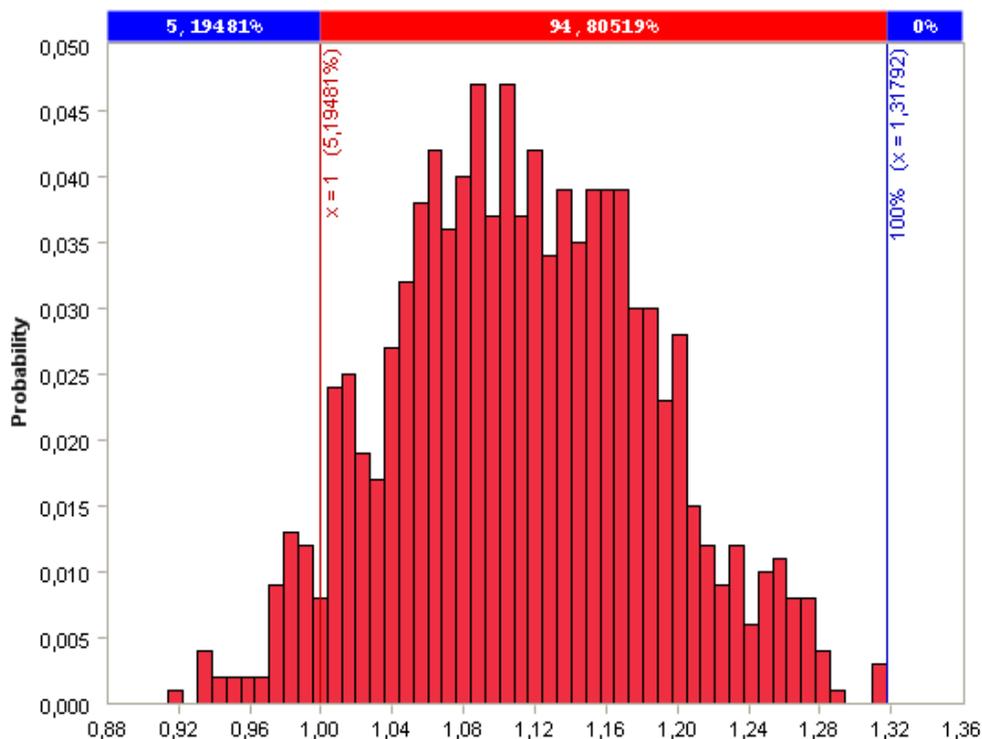


Figura 20 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 5 anos, para o Rebanho 1.

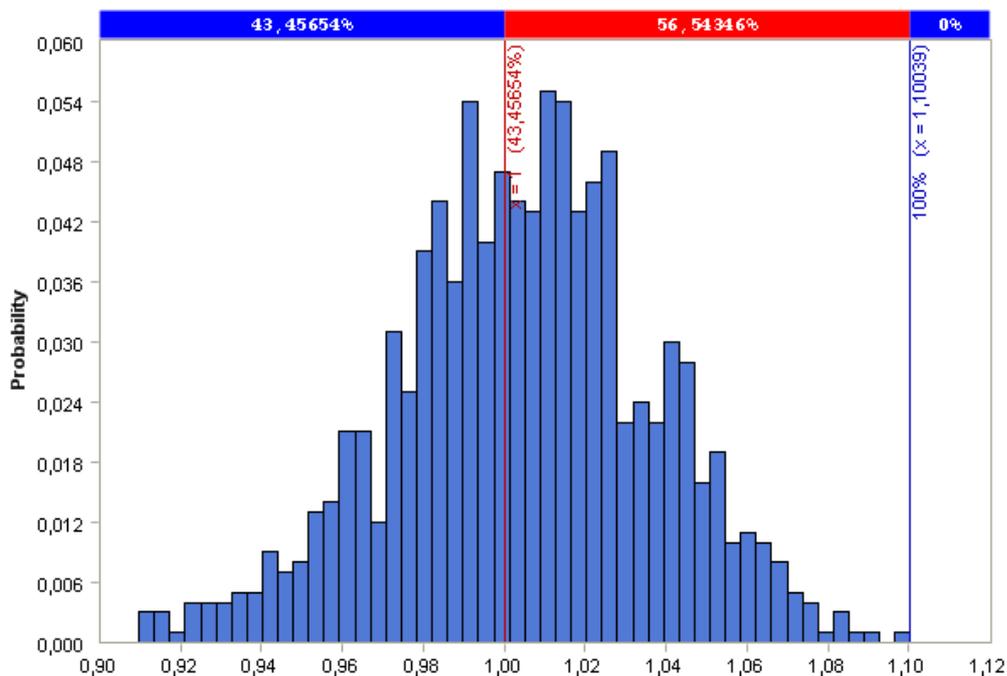


Figura 21 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 5 anos, com pagamento de indenização de 100% e adicional de R\$0,02 para o Rebanho 2

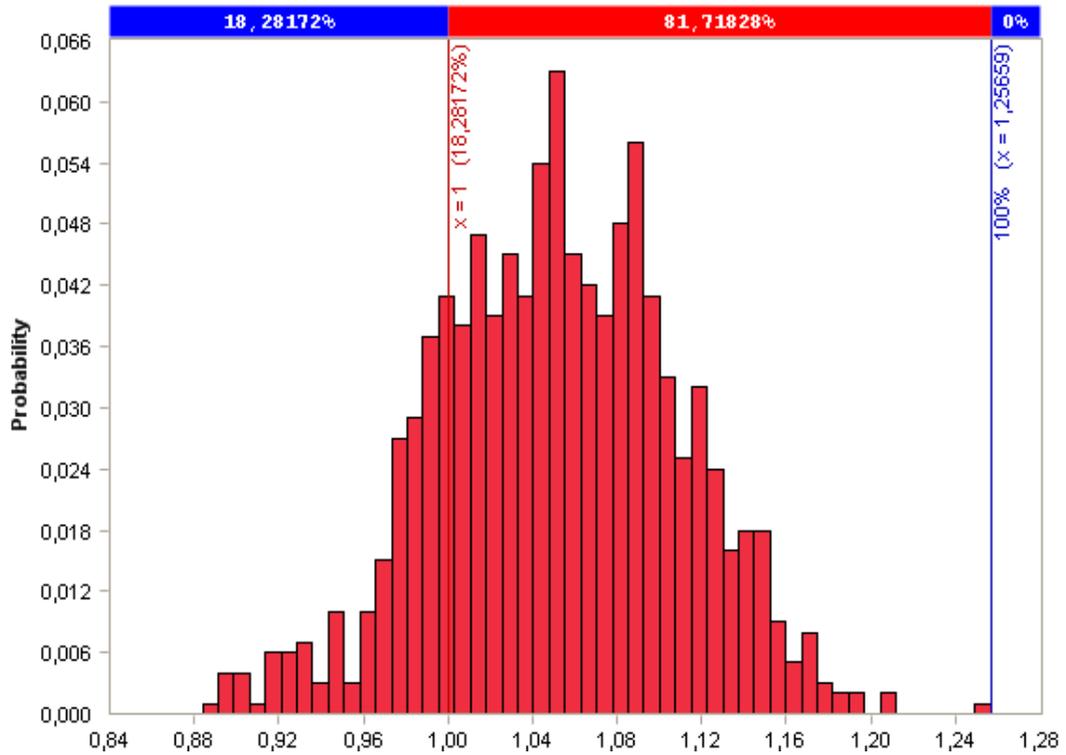


Figura 22 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 10 anos, com indenização de 100% para o Rebanho 2

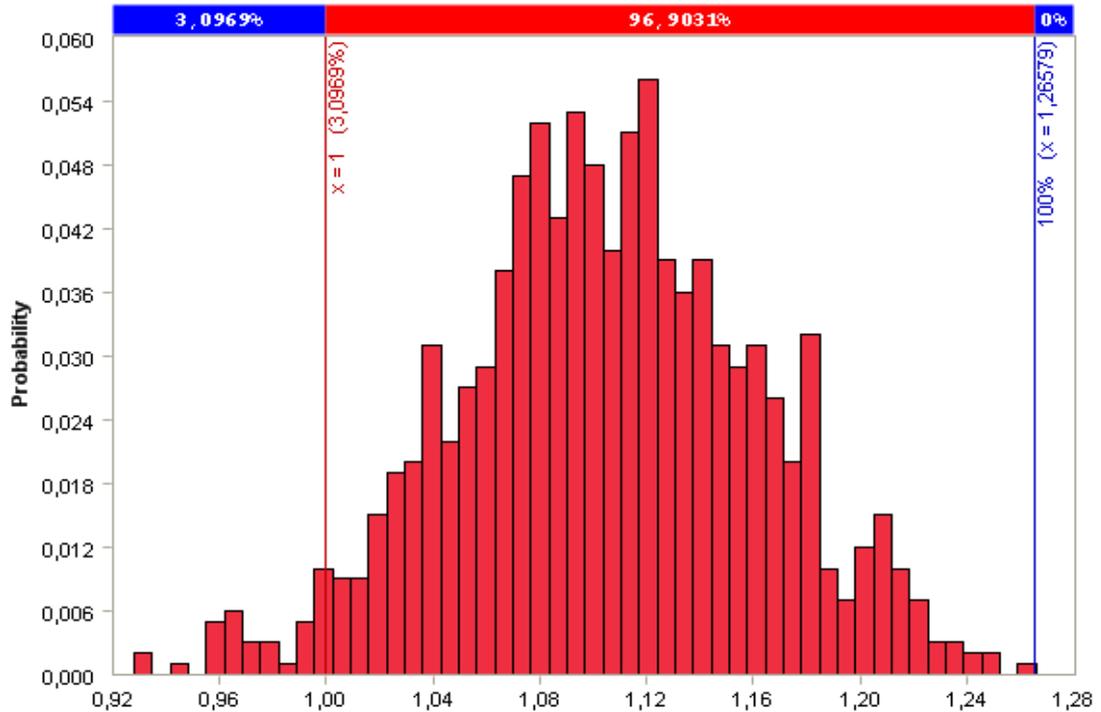


Figura 23 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 10 anos, com indenização de 75% e adicional de R\$0,01 para o Rebanho 2.

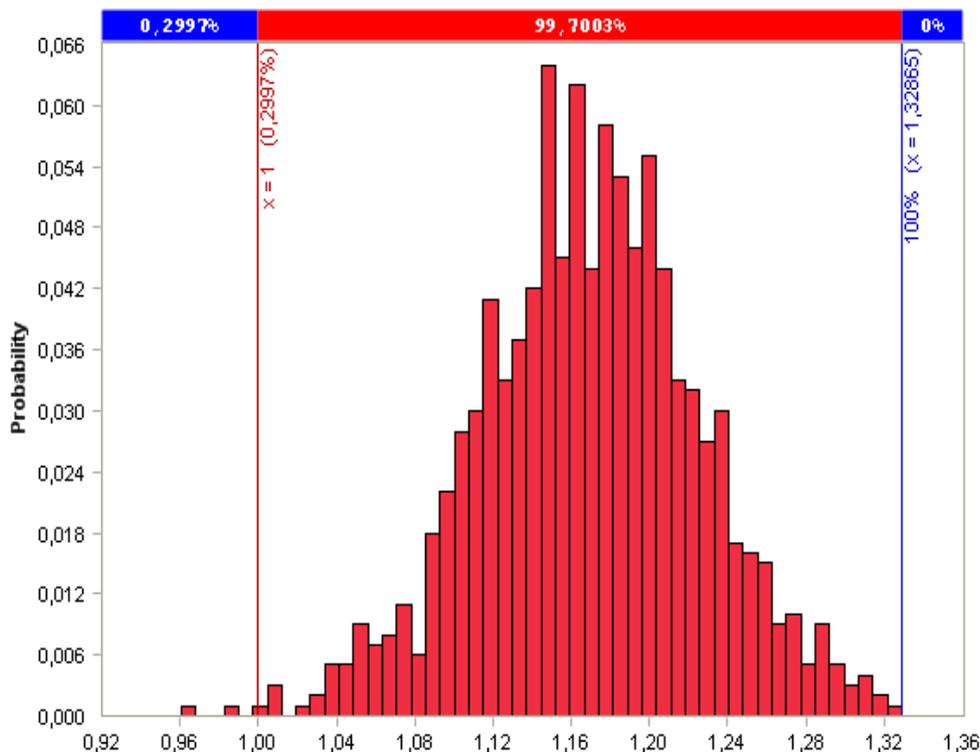


Figura 24 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 10 anos, com indenização de 100% e adicional de R\$0,01 para o Rebanho 2.

3.4 Cenário 4: Prevalência de tuberculose 10% e certificação apenas para tuberculose.

Para a certificação de propriedades livres de tuberculose apenas o custo com os testes se reduz bastante, porém os benefícios ainda são insuficientes para fazer com que o fluxo de caixa anual seja positivo na maior parte dos casos. E, ainda que ele seja positivo, seu valor será baixo, dificultando o retorno do investimento inicial, como mostra a Figura 25.

Porém, o pagamento de adicional de R\$0,01 já é suficiente para positivar o fluxo de caixa anual e, com o pagamento de indenização de 100%, há uma probabilidade de 100% de retorno do investimento em 5 anos, para o Rebanho 1, conforme Figura 26.

Já para o Rebanho 2, é necessário o pagamento de adicional de R\$0,02 para positivar o fluxo de caixa. Para que haja uma probabilidade de retorno do investimento será necessário, além do adicional, o pagamento de indenização de 100% do valor dos animais. E mesmo neste caso a probabilidade será de apenas 13,4% em 10 anos, conforme Figuras 27 e 28.

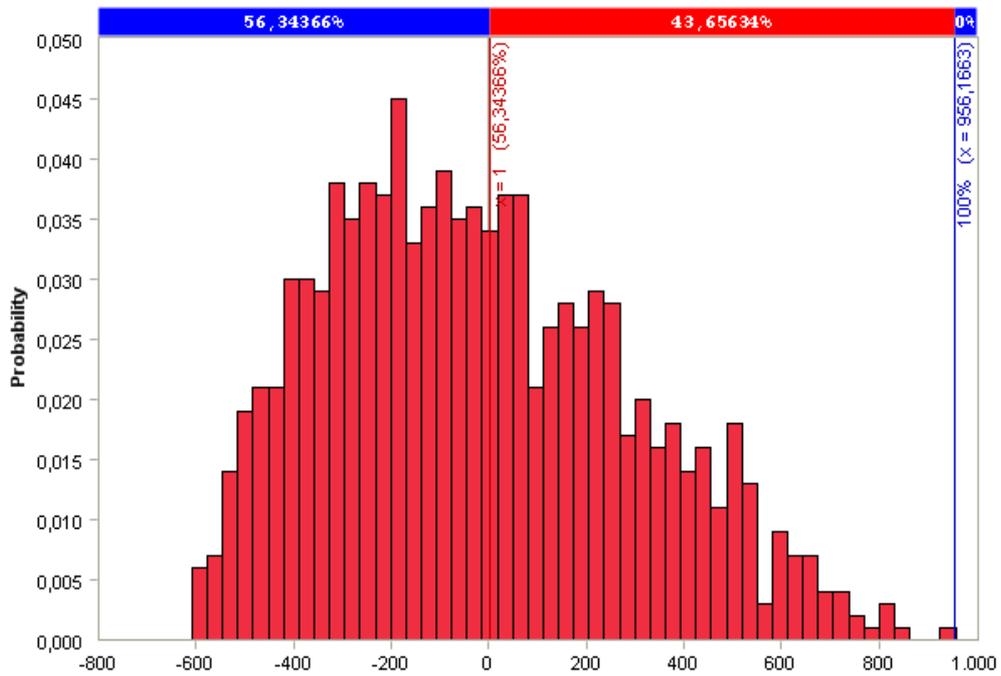


Figura 25 – Probabilidade de fluxo de caixa positivo para o Rebanho 1 livre de tuberculose

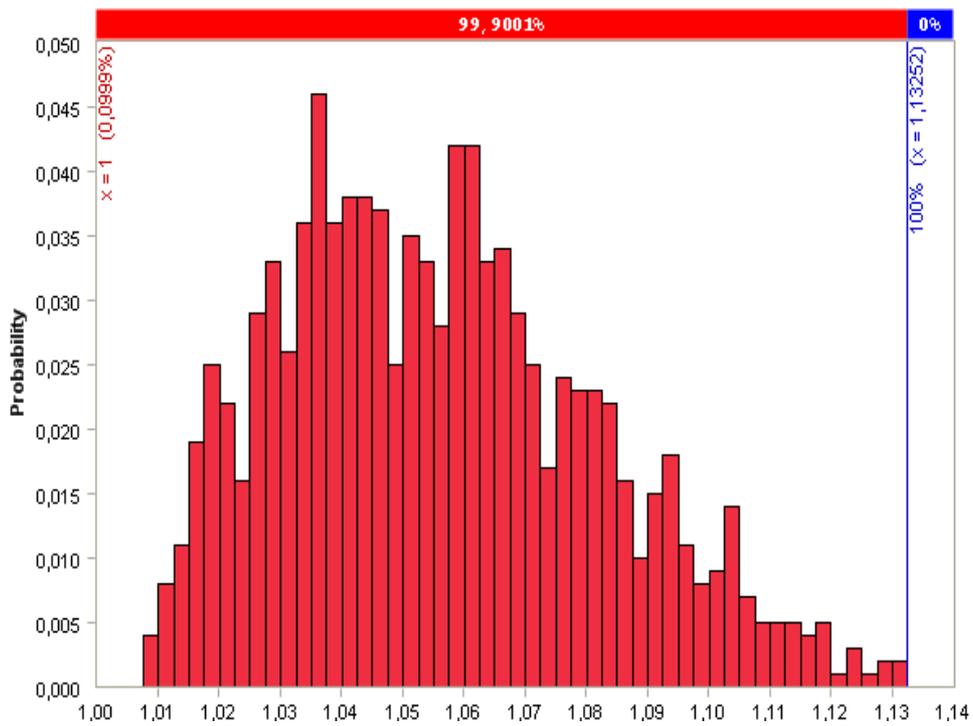


Figura 26 – Probabilidade de retorno de investimento, com base na RBC em 5 anos, com pagamento de 100% de indenização e adicional de R\$0,01 para o Rebanho 1

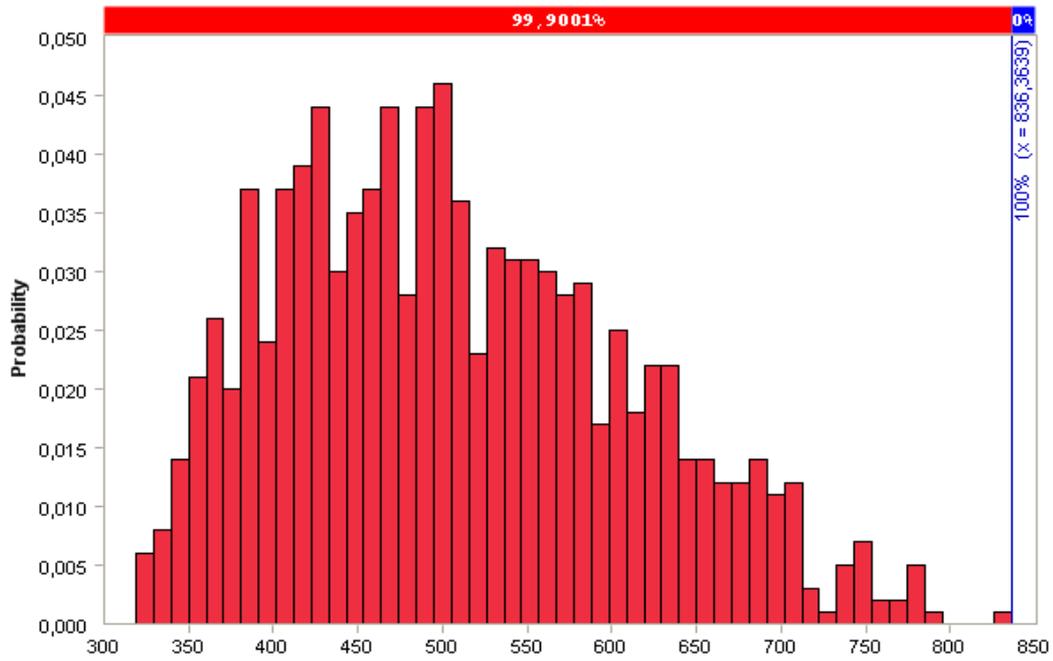


Figura 27 – Probabilidade de fluxo de caixa positivo com pagamento de R\$0,02/L para o Rebanho 2.

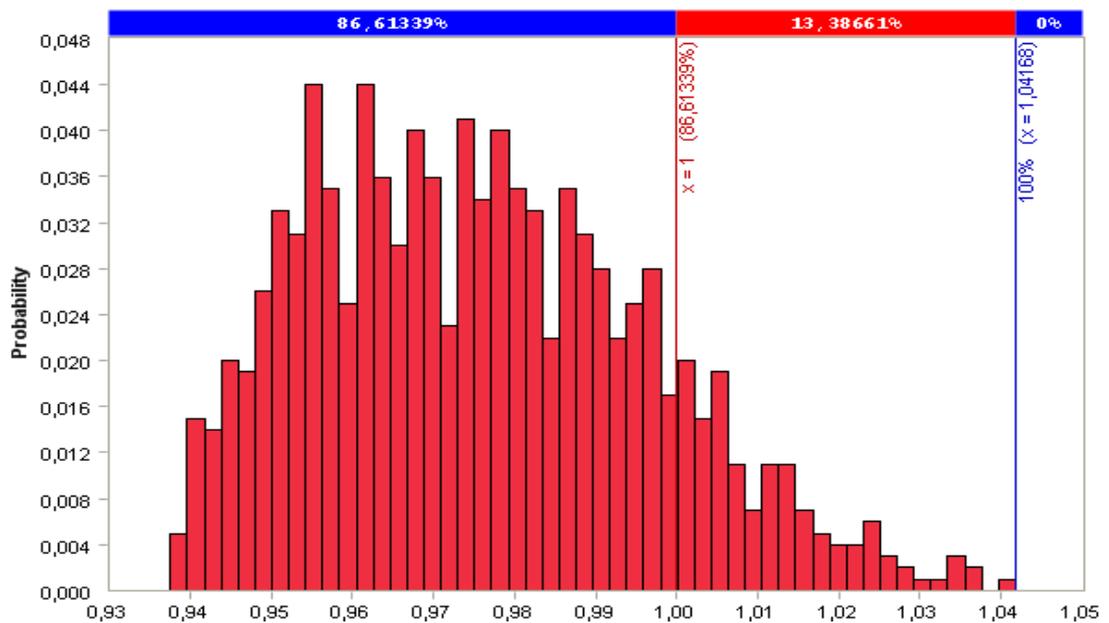


Figura 28 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 10 anos, com indenização de 100% e adicional de R\$0,02 para o rebanho 2

3.5 Cenário 5: Prevalência de brucelose 16% e certificação apenas para brucelose.

Para a certificação de rebanho livre apenas para brucelose, há uma probabilidade de retorno do investimento de 99,9% para o Rebanho1 em 5 anos e de 99,7% para o Rebanho 2 em 10 anos, conforme as Figuras 29 e 30.

Caso seja paga uma indenização de 75% do valor dos animais positivos para brucelose, a probabilidade de retorno do investimento em 5 anos passa a ser de 100% para o Rebanho 2, conforme Figura 31.

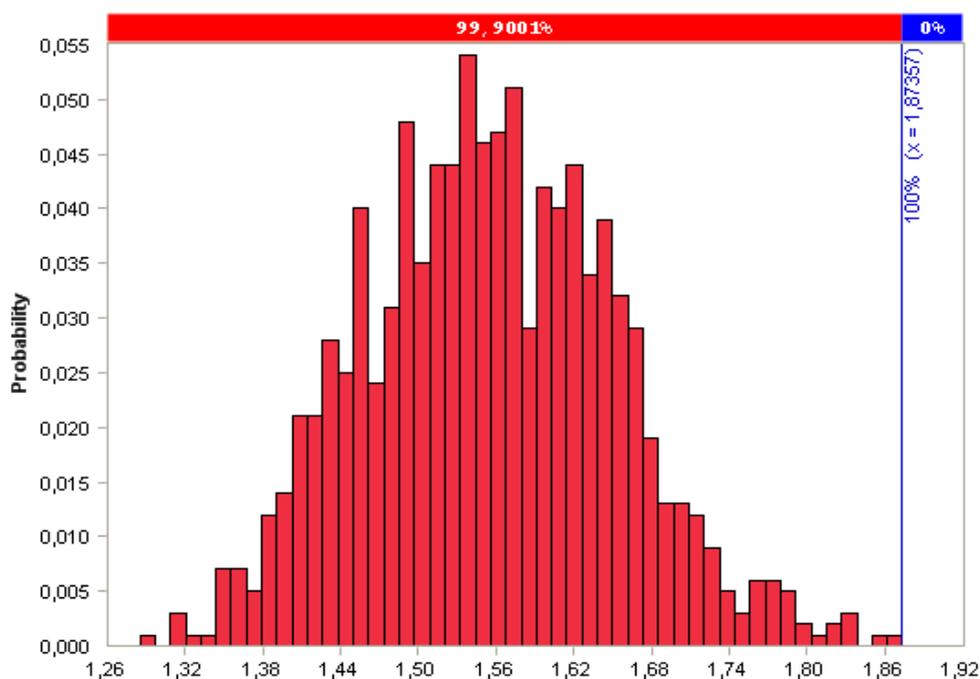


Figura 29 – Probabilidade de retorno do investimento para certificação de propriedade livre de brucelose, com base na RBC em 5 anos, para o Rebanho 1

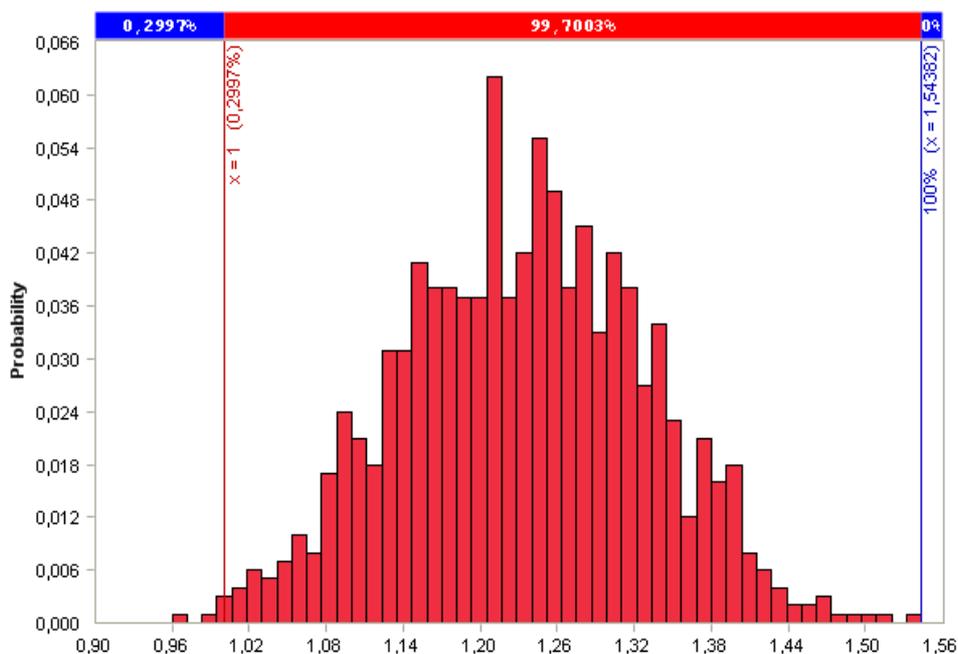


Figura 30 – Probabilidade de retorno do investimento para certificação de propriedade livre de brucelose, com base na RBC em 10 anos, para o Rebanho 2

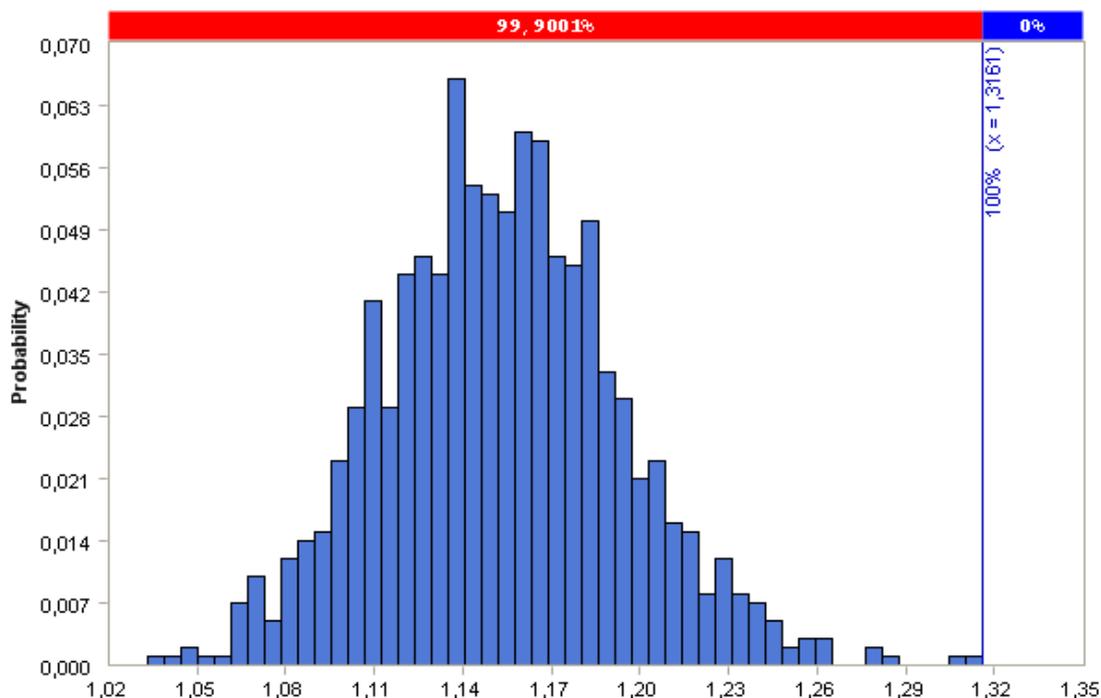


Figura 31 – Probabilidade de retorno do investimento, com base na RBC em 5 anos, com indenização de 75% para o Rebanho 2.

3.6 Cenário 6: Ausência de doenças e certificação com dois testes negativos.

A certificação com apenas dois testes negativos no cenário de ausência das duas doenças mostrou uma redução de 33,3% no custo inicial com os testes, para o Rebanho 1, como mostram as Tabelas 7 e 8.

Tabela 7 – Número de testes realizados no 1º ano para certificação do Rebanho 1 como livre de tuberculose e brucelose com prevalência 0%

Testes	Total
TCC	570
AAT	300
2-ME	108
CUSTO	R\$15 750,00

AAT: Antígeno Acidificado Tamponado; 2-ME: 2 Mercaptoetanol; TCC: Teste Cervical Comparativo

Tabela 8 – Número de testes realizados no 1º ano para certificação do Rebanho 1 como livre de tuberculose e brucelose com 2 testes negativos e prevalência 0%

Testes	Total
TCC	380
AAT	200
2-ME	72
CUSTO	R\$10 500,00

AAT: Antígeno Acidificado Tamponado; 2-ME: 2 Mercaptoetanol; TCC: Teste Cervical Comparativo

É necessário o pagamento de um adicional R\$0,02/L para positivar o fluxo de caixa e fazer com que a RBC seja maior que 1 após 10 anos. A TIR, apesar de ser nove vezes maior que o custo de oportunidade do capital utilizado, é de apenas 9%, e o VPL é de aproximadamente R\$ 2 000,00, em 10 anos. Como mostra a Tabela 9.

Tabela 9 – Resultado econômico, em 10 anos, da certificação do Rebanho 1 com 2 testes negativos e pagamento adicional de R\$0,02/L

Parâmetro	Valor
Valor Presente Líquido	R\$ 1.928,70
Taxa Interna de Retorno	9%
Razão Benefício-Custo	1,03

Com o pagamento de 15% do valor dos testes iniciais e adicional de R\$0,02/L o investimento já tem retorno em 5 anos, como mostra a Tabela 10.

Tabela 10 – Resultado econômico, em 5 anos, da certificação do Rebanho 1 com 2 testes negativos, pagamento adicional de R\$0,02/L e de 15% do valor dos testes

Parâmetro	Valor
Valor Presente Líquido	R\$ 3,62
Taxa Interna de Retorno	1%
Razão Benefício-Custo	1,00

Já para o Rebanho 2 houve uma redução de 33,6% no custo inicial com testes, conforme Tabelas 11 e 12.

Tabela 11 - Número de testes realizados no 1º ano para certificação do Rebanho 2 como livre de tuberculose e brucelose com prevalência 0%

Testes no 1º ano	Total
TCC	371
AAT	205
2-ME	73
CUSTO	R\$10 465,00

AAT: Antígeno Acidificado Tamponado; 2-ME: 2 Mercaptoetanol; TCC: Teste Cervical Comparativo

Tabela 12 – Número de testes realizados no 1º ano para certificação do Rebanho 2 como livre de tuberculose e brucelose com 2 testes negativos e prevalência 0%.

Testes no 1º ano	Total
TCC	247
AAT	136
2-ME	48
CUSTO	R\$6 945,00

AAT: Antígeno Acidificado Tamponado; 2-ME: 2 Mercaptoetanol; TCC: Teste Cervical Comparativo

Para o Rebanho 2, apenas o pagamento de adicional de R\$0,02 não é suficiente para positivar o fluxo de caixa. Por isso não adianta subsidiar apenas os testes iniciais, é necessário fazer isso também para os controles anuais. O

pagamento de 70% do valor de todos os testes é capaz de fazer o investimento ser viável economicamente em 5 anos, conforme Tabela 13.

Tabela 13 – Resultado econômico, em 5 anos, para a certificação do Rebanho 2 como livre de tuberculose e brucelose, prevalência de 0%, com 2 testes negativos e subsídio de 70% do valor dos testes.

Parâmetro	Valor
Valor Presente Líquido	R\$ 999,72
Taxa Interna de Retorno	66%
Razão Benefício-Custo	1,16

DISCUSSÃO

Dada a grande variedade de sistemas de produção de leite no Brasil, o modelo proposto não teve como objetivo fornecer respostas para todas as propriedades leiteiras, mas sim fornecer uma análise de investimentos em duas propriedades modelos passíveis de existirem em várias regiões do país, sobretudo nas regiões sudeste e centro-oeste. Diferentes níveis de produção, índices zootécnicos ou mesmos sistemas de comercialização dos produtos podem gerar resultados econômicos distintos.

Com a presença da tuberculose e da brucelose, o modelo proposto mostrou que há grande probabilidade de retorno do investimento para rebanhos de maior produção e mais tecnificados e que o mesmo não ocorre para os rebanhos de tecnificação e produção inferiores. Dentre as razões para isso está a diferença na produção de leite, bezerras e novilhas, entre os dois rebanhos, que faz com que pequenas alterações na produtividade do rebanho de maior produção se transformem em receitas maiores quando comparadas ao rebanho de menor produção. Ou seja, os mesmos efeitos, em termos relativos, das doenças na produção geram uma receita superior no rebanho de maior produção quando comparada ao de menor desempenho. Esse resultado vai ao encontro ao relatado por Lôbo (2008), que ao realizar uma análise de sensibilidade da certificação de

propriedades leiteiras como livres de tuberculose bovina verificou que a RBC estava diretamente relacionada com o volume de leite produzido pelo estabelecimento.

No caso do Rebanho 2, os benefícios também ocorreram, porém eles foram incapazes de pagar o investimento inicial no horizonte temporal trabalhado. Por isso políticas de incentivo que amenizaram este investimento, como a indenização paga por cada animal eliminado, resultaram em probabilidades crescentes de retorno do investimento. Esse retorno, porém, só ocorreu em 10 anos. Caso o objetivo seja fazer com que o proprietário do Rebanho 2 tenha de volta o capital investido em 5 anos, a política de indenização deverá ser acompanhada de medidas que aumentem o fluxo de caixa anual, como o pagamento adicional de R\$0,02/ litro de leite produzido.

Quando se testou a certificação em cenário onde só havia tuberculose no rebanho, o retorno do capital investido só ocorreu para o Rebanho 1 após o pagamento de indenização de 75% do valor dos animais eliminados e adicional de R\$0,02/L. Nesse cenário, além do alto investimento inicial com testes e eliminação de animais, o fluxo de caixa anual é negativo na maior parte do tempo para o Rebanho 1 e sempre para o Rebanho 2. Com isso, políticas de amenização do investimento inicial sozinhas não resolverão o problema. Estas deverão ser feitas juntamente com medidas capazes de positivar o fluxo de caixa, como o adicional pago por litro de leite ou o subsídio aos testes anuais, especialmente para os produtores menores.

Contudo, a certificação dos rebanhos onde somente a brucelose estava presente se mostrou mais vantajosa, especialmente para o Rebanho 1, para o qual a probabilidade de retorno do investimento em 5 anos foi de 94,8%. Para o Rebanho 2, a probabilidade de retorno do investimento em 5 anos é de apenas 55% caso seja paga uma indenização de 100% do valor dos animais e adicional de R\$0,02/L. Porém, em 10 anos a probabilidade passa a ser 96,9% caso seja paga uma indenização de 75% e adicional de R\$0,01/L.

O modelo mostrou, portanto, que a brucelose causa mais prejuízos aos rebanhos do que a tuberculose, corroborando com achados semelhantes citados na literatura (BERNUÉS *et al* 1997; HOMEM, 2003). Uma das razões para isso ocorrer é que pelo modelo proposto, a renda da propriedade vem da venda de leite e de

bezerros e a brucelose, ao alterar a estrutura do rebanho, retira animais da produção de leite e diminui a oferta de bezerros e novilhas para a venda. Já a grande diferença apresentada entre os rebanhos pode ser explicada pela qualidade dos animais dos dois rebanhos, uma vez que os animais colocados em produção no Rebanho 1 são mais produtivos do que os do Rebanho 2. Além disso, a escala de produção maior gera maior receita e, conseqüentemente, diluição dos custos.

Esse fato faz com que, teoricamente, seja mais fácil conseguir a adesão de produtores que possuem rebanhos infectados com brucelose ao processo de certificação. Por outro lado, os estados com prevalência maior de tuberculose devem ter consciência das dificuldades para avançarem na erradicação da doença devido à resistência do produtor em aderir ao processo de certificação e estarem preparados, assim como a indústria, para traçarem planos de incentivos não apenas para o momento da certificação, mas também para a sua manutenção.

Ao simular a certificação de rebanhos apenas para uma das doenças, buscou-se reduzir o custo através da diminuição no número de testes, tanto os iniciais quanto os anuais. Ao adotar essa estratégia para certificação de rebanhos livres de tuberculose deparou-se novamente com o problema do fluxo de caixa negativo. Mesmo com a redução dos custos anuais, existe a probabilidade de fluxo de caixa ser inferior a zero, o que é resolvido com o adicional de R\$0,01 e R\$0,02 para o Rebanho 1 e 2, respectivamente. O retorno do investimento para o Rebanho 1, com o pagamento da indenização, e a pequena probabilidade que isso ocorra para o Rebanho 2 evidencia novamente o peso que a escala de produção tem no resultado econômico. Com a diminuição dos custos, a certificação apenas para brucelose se torna mais atraente, inclusive para o Rebanho 2. A certificação separada para cada doença pode ser uma estratégia a ser utilizada pelo PNCEBT em regiões onde a prevalência de uma das doenças seja baixa e já seja possível mirar sua erradicação, por exemplo.

A certificação com dois testes na ausência das doenças reduziu os custos iniciais com os testes em aproximadamente 33% para os dois rebanhos. Essa estratégia se mostrou interessante para regiões onde as duas doenças não estão presentes, ou em baixa prevalência, e se pretende certificar os produtores para algum objetivo específico, como a venda de queijos feitos com leite cru em Minas Gerais. Porém, sem nenhum incentivo, o fluxo de caixa anual poderá ser negativo

devido aos custos de manutenção da certificação. A opção em pagar adicionais por litro de leite favoreceu novamente os produtores com maior produção e mesmo assim foram incapazes de tornar o investimento atrativo. Como não há eliminação de animais, não há indenizações, fazendo com que o subsídio aos testes, aliado ao pagamento de adicional por litro de leite, se mostre a melhor opção.

Vale lembrar que em algumas situações reais, principalmente em bacias leiteiras tradicionais, as indústrias já pagam os testes anuais de tuberculose e brucelose para seus fornecedores. Nestas situações, as prevalências das duas doenças provavelmente são baixas e apenas políticas de amenização dos custos iniciais com os testes poderiam fazer com que muitos produtores aderissem ao processo de certificação.

A importância dos incentivos dados pela agroindústria para que os produtores busquem o saneamento de seus rebanhos e a certificação de suas propriedades como livres de brucelose não é uma novidade. Luna-Martinez (2002) ao relatar a experiência mexicana, demonstrou que houve um aumento de cerca de 400% no número de propriedades certificadas quando grandes empresas começaram a pagar um adicional por litro de leite produzido em propriedades certificadas.

As estimativas aqui apresentadas também confirmam o indicado por Gonçalves (1998) de que o sucesso de programas de erradicação da tuberculose depende da participação tanto do setor público como do setor privado.

CONCLUSÃO

A probabilidade de retorno do investimento na certificação de propriedades como livres de brucelose e tuberculose é baixa na maior parte das situações, justificando assim a existências de poucas propriedades certificadas até o momento no Brasil.

A escala de produção influenciou muito o resultado econômico, mostrando que o retorno do investimento é mais lento para os produtores menos eficientes e com menor produção. As duas doenças também causaram impactos econômicos

distintos, fazendo com que a probabilidade de retorno do investimento em propriedades onde apenas a tuberculose estava presente fosse menor.

Pelos resultados obtidos conclui-se que para se alcançar um número significativo de propriedades certificadas voluntariamente é necessário estabelecer políticas de incentivo diferenciadas para cada tipo de produtor e situação epidemiológica e que estas sejam executadas tanto por órgãos públicos quanto privados não só no início, mas também para a manutenção da certificação.

REFERÊNCIAS

- ACHA,P.N; SZYFRES,B. Zoonoses and communicable disease common to man and animals. 3. Ed. Washington, D.C.: Pan American Health Organization, 2001, V.1.
- 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.
- BELCHIOR, A.P.C. Prevalência, distribuição regional e fatores de risco da tuberculose bovina em Minas Gerais. Belo Horizonte. Universidade Federal de Minas Gerais,Escola de Veterinária, 2001. 55 p. Dissertação (Mestrado).
- 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. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Animal (PNCEBT): Manual Técnico. Brasília.2006.184p.
- CAMPOS, A.T.; FERREIRA, A.M. Composição do rebanho e sua importância no manejo. INSTRUÇÃO TÉCNICA PARA O PRODUTOR DE LEITE 32. Embrapa Gado de Leite. 2006.
- CARVALHO, B.C. *et al*, Manejo Reprodutivo. In: Manual de bovinocultura de leite. Auad, A.M. *et al*. Brasília, LK Editora; Belo Horizonte: SENAR-AR/MG; Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, p.p.85-122, 2010.
- CEPEA – CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA /ESALQ/USP, Melhorias nos indicadores zootécnicos: o começo para uma pecuária

leiteira competitiva. Disponível em: [HTTP://cepea.esalq.usp.br](http://cepea.esalq.usp.br).

COSTA, J.L. *et al*, Características das propriedades leiteiras familiares das Regiões Norte de Minas e Vale do Jequitinhonha. In: TORRES, R.A., Tecnologias para o desenvolvimento da pecuária de leite familiar do Norte de Minas e Vale do Jequitinhonha. Juiz de Fora : Embrapa Gado de Leite, 2007. 294 p.

COSTA, M.D. *et al*, Importância do rebanho F1 Holandês x Zebu para a pecuária de leite. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 31, p. 40-50, 2010.

DIJKHUIZEN, A.A. HUIRNE, R.B.M., JALVINGH, A.W. Economic analyses of animal diseases and their control. Preventive Veterinary Medicine. 25.p. 135-149. 1995.

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

FARIA, V. P.; SILVA, S. C. Fatores biológicos determinantes na pecuária leiteira. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL - O FUTURO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE, 1996, Juiz de Fora, MG. Anais... Coronel Pacheco: CNPGL/EMBRAPA, 1996. p.77-89.

FARIA, V. P.; CORSI, M. Índices de produtividade em gado leiteiro. In: PEIXOTO, A. M.; *et al*. **Produção de leite**: conceitos básicos. Piracicaba: FEALQ/USP, p. 23-44, 1988.

FERREIRA, A.M. *et al* *Diagnóstico da situação produtiva e reprodutiva em rebanhos bovinos leiteiros da Zona da Mata de Minas Gerais*. Pesq. Agrope. Bras. V.27(1), p.91-104.1992.

FURLANETO, F.P.B. *et al*. Caracterização do sistema produtivo de leite na região do médio Paranapanema, estado de São Paulo. In. 46º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Anais. Rio Branco. 2008

GOMES, S.T. Diagnóstico da pecuária leiteira do Estado de Minas Gerais em 1995: relatório de pesquisa/SEBRAE-MG; FAEMG. Belo Horizonte, 314 p., 1996.

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

GOMES, S.T. Diagnóstico de pecuária leiteira no Estado de Goiás em 2009: relatório de pesquisa. Goiânia: FAEG, 2009. 64p.2010.

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, p. 53-59. 1998.

HOMEM, V.S.F.; Brucelose e tuberculose bovinas no município de Pirassununga, SP: prevalências, fatores de risco e estudo econômico. São Paulo: USP, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2003. 101. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária).

LEITE, T.E. *et al*, *Eficiência produtiva e reprodutiva em vacas leiteiras*. Ciência Rural, V. 31, n.3, p.467-472. 2001.

LÔBO, J.R. Análise custo benefício da certificação de propriedades livres de tuberculose bovina. Brasília: UnB, Faculdade de Agronomia e medicina Veterinária, 2008.84. Dissertação (Mestrado em Agronegócios).

LUCAS, A. Simulação do impacto economico da brucelose bovina em rebanhos produtores de leite das regiões centro-oeste , sudeste e sul do Brasil. . São Paulo: USP, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2006. 124. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária).

MADALENA, F.E. *Dairy production and reproduction in Holstein-Friesian and Guzera crosses*. J. Dairy Sci. V. 73, p. 1872-1886.1990.

MARQUES, J.M., ANTONIALLI, L.M. Qualificação tecnológica dos produtores de leite filiados à Cooperativa Mista Agropecuária de patos de Minas. In: XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Anais. Rio Branco. 2008.

MASSIERE, C.R.L. Indicadores de eficiência produtiva, reprodutiva e econômica de sistemas intensivos de produção de leite do sul de Minas Gerais. Viçosa: UFV, 2009. 46. Dissertação (Mestrado Profissional em Zootecnia).

MENDES, G.A. *et al*, Potencial do rebanho leiteiro para a produção de bovinos de corte. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 31, p. 101-110, 2010.

MENDES, J.T.G.; PADILHA JUNIOR, J.B., Agronegócio: uma abordagem econômica. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

MORAES, A.C.A. Estudo técnico e econômico de um sistema de produção de leite com gado F1 (Holandês-Zebu) na região central do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: UFMG, Escola de Veterinária, 2004. 59. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).

NETO, R.M. *et al*, *Levantamento do manejo de bovinos leiteiros recém nascidos*:

desempenho e aquisição de proteção passiva. R. Bras. Zootec. V.33, n. 6, p.2323-2329. 2004.

NIELSEN, K. Diagnosis of brucellosis by serology. *Veterinary Microbiology*. 90, p. 447-459, 2002.

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

PEREZ, A. M. *et al.* Simulation model of within-herd transmission of bovine tuberculosis in Argentine dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine*.54.p.361-372. 2002.

POESTER, F. Eficácia da vacina RB51 em novilhas. Belo Horizonte: UFMG, Escola de Veterinária, 2006. 51.Tese (Doutorado em Ciência Animal).

PREREIRA, P.A.C. Relação entre Problemas Reprodutivos e Eficiência Reprodutiva comparada por Diferentes Métodos em Rebanhos Bovinos Leiteiros. Belo Horizonte:UFMG, Escola de Veterinária, 2009.35.Tese (Doutorado em Ciência Animal).

RESENDE, J.C. Determinantes da lucratividade em fazendas leiteiras de Minas Gerais. Lavras: UFLA, 2010. 141. Tese (Doutorado em Zootecnia).

RUAS, J.R.M., *et al.* Sistema de produção de leite com vacas F1 Holandês x Zebu. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 31, p. 63-71, 2010.

RUSHTON, J. *The Economics of Animal Health and Production*. 1ª Ed. Oxfordshire, CAB International. 2009.

SAMARTINO, L., GALL, D., GREGORRET, R., NIELSEN, K. Validation of enzyme-linked immunosorbent assays for the diagnosis of bovine brucellosis. *Veterinary Microbiology*, 70, p. 193-200, 1999.

SARAVI, M.A., WRIGHT, P.F., GREGORET, R.J., GALL,D.E.J. Comparative performance of the enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) and conventional assays in the diagnosis of bovine brucellosis in Argentina. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 47, p. 93-99, 1995.

SCHIFLER, E.A. Análise da eficiência técnica e econômica de sistemas de produção de leite na região de São Carlos, São Paulo. Viçosa:UFV,1998. 128. Dissertação (Mestrado).

STEMSHORN, B.W. *et al* A Comparison of Standard Serological Tests for the

Diagnosis of Bovine Brucellosis in Canada. Can. J. Comp. med. 49, p. 391-394, 1985.

STOCK, L.A.; *et al*, Leite no mundo e as chances do produtor brasileiro. In: 42ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Goiânia. **Anais**, 2005.

STOCK, L.A. *et al*. Gerenciamento da atividade leiteira. In: Manual de bovinocultura de leite. Auad, A.M. *et al*. Brasília, LK Editora; Belo Horizonte: SENAR-AR/MG; Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite.p.13-49, 2010.

USDA. Dairy: World markets and trade. Foreign Agricultural Service. Office of Global Analysis. July 2010.

VOSE, D. Risk Analysis: a quantitative guide. England: Jonh Wiley & Sons, 735p., 2008

YAMAGUSHI, L.C.T. CARNEIRO, A.V., CARVALHO, G.R. Desempenho técnico econômico de sistemas referências de produção de leite na região Norte de Minas. In: X Minas Leite. Anais. Juiz de Fora. 2008.