

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
Colegiado do Programa de Pós-Graduação

Estimativa de custos associados à infecção por *Neospora caninum* em propriedades de
exploração leiteira no Brasil.

Rafael Romero Nicolino

Belo Horizonte - MG - Brasil
Fevereiro/ 2015

Rafael Romero Nicolino

Estimativa de custos associados à infecção por *Neospora caninum* em propriedades de exploração leiteira no Brasil.

Tese apresentada à Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ciência Animal.

Área de Concentração: Epidemiologia

Orientador: Prof. Dr. João Paulo Amaral Haddad

Belo Horizonte
Escola de Veterinária – UFMG
2015

N644e Nicolino, Rafael Romero, 1984-
Estimativa de custos associados à infecção por *Neospora caninum* em propriedades de exploração leiteira no Brasil / Rafael Romero Nicolino. – 2015.
98 p. : il.

Orientador: João Paulo Amaral Haddad
Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária.
Inclui bibliografia

1. Bovino de leite – Doenças – Teses. 2. Neosporose em bovino – Custos – Teses.
3. Método de Monte Carlo – Teses. 4. Modelos matemáticos – Teses. I. Haddad, João Paulo Amaral. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. III. Título.

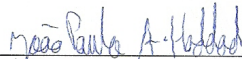
CDD – 636 089 69

FOLHA DE APROVAÇÃO

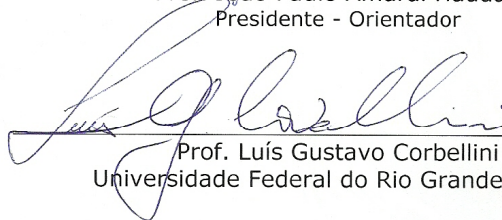
RAFAEL ROMERO NICOLINO

Tese submetida à banca examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIA ANIMAL, como requisito para obtenção do grau de DOUTOR em CIÊNCIA ANIMAL, área de concentração Epidemiologia.

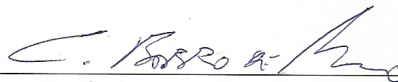
Aprovada em 27 de fevereiro de 2015, pela banca constituída pelos membros:



Prof. João Paulo Amaral Haddad
Presidente - Orientador



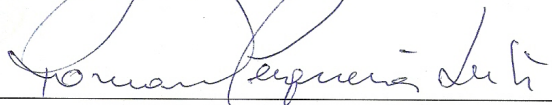
Prof. Luís Gustavo Corbellini
Universidade Federal do Rio Grande do Sul



Prof. Cristiano Barros de Melo
Universidade de Brasília



Dr. Daniel Sobreira Rodrigues
EPAMIG



Prof. Romário Cerqueira Leite
Universidade Federal de Minas Gerais - Escola de Veterinária

A todos os meus familiares e amigos,
Para minha amada, Natali, e nosso muito amado bebê.
“É preciso amar as pessoas como se não houvesse amanhã”

Renato Russo

AGRADECIMENTOS

Primeiro aos meus pais, José e Kátia, que sempre me apoiaram durante a árdua caminhada entre o Mestrado e a finalização do Doutorado. Aos meus irmãos e todos familiares.

A minha esposa, Natali Nicolino, por todo carinho e compreensão em todas as dificuldades que passamos juntos. Além de possibilitar a minha maior conquista até hoje, nosso filho ou filha, nesta data ainda não sabemos.

Meu orientador, João Paulo, mais que uma relação entre orientador e orientado, hoje posso chamar de amigo. Sempre me apoiando e ajudando nos momentos que necessitei. Sendo um orientador quando necessário, me passando os caminhos e direções para o crescimento de meu conhecimento. Esta tese é mérito de uma relação de muito respeito e admiração.

Aos meus coorientadores Marcos Xavier e Rogério Rodrigues, por todas as conversas e disponibilidade para me auxiliar durante os vários problemas surgidos durante a tese.

A todos meus colegas de pós-graduação e do laboratório de Bioestatística, em especial Renato, Misael e Camila por todos os momentos de companheirismo e auxílio no desenvolvimento do projeto.

A Universidade Federal de Minas Gerais por ser um espaço que estimula o conhecimento e a pesquisa.

Ao CNPq pelo auxílio durante os anos de pesquisa.

A banca de defesa de tese pelo envolvimento profissional e reconhecimento dos méritos do trabalho, assim como o processo de melhora do projeto.

SUMÁRIO

	RESUMO	14
	ABSTRACT.....	14
1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVOS.....	16
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
3.1	A Importância das análises econômicas de doenças que afetam os animais de produção	16
3.2	A construção teórica de um modelo de análise econômica das doenças que afetam os animais de produção.....	19
3.3	A dificuldade macro e microeconômica no cálculo do custo associado a uma doença.....	21
3.4	Calculando o custo de uma doença	22
3.5	A relação entre os componentes utilizados para estimar o custo direto associado a uma doença.....	23
3.6	Métodos de estudos econômicos voltadas para a análise econômica em sanidade animal.....	25
3.6.1	Método de Orçamento Parcial.....	25
3.7	Modelos matemáticos.....	25
3.8	Modelagem com simulação de Monte Carlo.....	27
3.9	A cadeia Produtiva de leite no Brasil.....	29
3.10	<u>NEOSPORA CANINUM</u>.....	37
3.11	Hospedeiros e fases infecciosas do <i>Neospora caninum</i>	37
3.12	Mecanismos de transmissão do <i>Neospora caninum</i>	38
3.13	Manifestação clínica do <i>Neospora caninum</i> em bovinos.....	40
3.14	Patogênese.....	41
34.14.1	O aborto.....	41
3.15	Níveis de infecção pelo <i>Neospora caninum</i> em rebanhos leiteiros brasileiros	41
3.16	Fatores de risco, impactos na propriedade e impacto econômico do <i>Neospora caninum</i>	44
3.17	Medidas de controle e prevenção em rebanhos leiteiros.....	47
4	METODOLOGIA	48
4.1	Estados inseridos na análise de custo direto associado ao <i>Neospora caninum</i> em rebanhos leiteiros do Brasil	48
4.2	Modelo Matemático para estimativa do custo direto associado a neosporose	49
4.2.1	Modelo de Orçamento Parcial e Simulação Estocástica.....	49
4.2.2	Modelo de Simulação de Monte Carlo.....	50
4.2.3	As distribuições utilizadas no Modelo de simulação do Custo Direto associado ao <i>Neospora caninum</i>	50
4.2.4	Parâmetros de entrada do modelo.....	51
4.2.4.1	Animais em risco.....	51
4.2.4.2	Níveis de infecção em rebanhos leiteiros.....	52
4.2.4.3	Produção média de leite por lactação.....	54

4.2.4.4	Preço do litro de leite pago ao produtor.....	54
4.2.4.5	Redução média na produção de leite em vacas acometidas por <i>Neospora caninum</i>	55
4.2.4.6	Aumento do risco de descarte prematuro em vacas acometidas pelo <i>Neospora caninum</i>	55
4.2.4.7	Custo de reposição de animais descartados prematuramente.....	56
4.2.4.8	Valor recebido pelo produtor devido ao animal descartado prematuramente.....	56
4.2.4.9	Aumento do risco de aborto em vacas soropositivas para <i>Neospora caninum</i>	57
4.2.4.10	Custo de uma bezerra recém-nascida perdida devido ao aborto.....	58
4.2.4.11	Custo gerado pela visita de um veterinário e medicamentos para o tratamento do aborto.....	59
4.2.4.12	Modelo de custos totais associados ao <i>Neospora caninum</i> no Brasil.....	60
4.2.4.13	Modelo de custos associados ao aborto devido ao <i>Neospora caninum</i> no Brasil.....	60
5	RESULTADOS	63
5.1	Custos do <i>Neospora caninum</i> no Brasil.....	63
5.2	Custos do <i>Neospora caninum</i> em Minas Gerais.....	66
5.3	Custos do <i>Neospora caninum</i> em Goiás.....	69
5.4	Custos do <i>Neospora caninum</i> em São Paulo.....	71
5.5	Custos do <i>Neospora caninum</i> no Paraná.....	73
5.6	Custos do <i>Neospora caninum</i> na Bahia.....	75
5.7	Custos do <i>Neospora caninum</i> em Santa Catarina.....	77
5.8	Custos do <i>Neospora caninum</i> no Rio Grande do Sul.....	79
6	DISCUSSÃO	81
6.1	O custo do aborto devido ao <i>Neospora caninum</i> no Brasil.....	82
6.2	O custo total devido ao <i>Neospora caninum</i> no Brasil.....	84
6.3	Os custos indiretos do <i>Neospora caninum</i>	87
7	CONCLUSÕES	87
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	88

Lista de Tabelas

Tabela 1	Produto Interno Bruto dos setores da cadeia do Leite de 2001 a 2009 no Brasil.....	32
Tabela 2	Taxas de crescimento (%) real dos Produtos Internos Brutos dos segmentos da cadeia do leite no Brasil – 2001 até 2009.....	33
Tabela 3	Projeções de produção, consumo e exportação de Leite no Brasil entre 2013 e 2022.....	37
Tabela 4	Níveis de infecção para o <i>Neospora caninum</i> em propriedades leiteiras de Minas Gerais.....	42
Tabela 5	Níveis de infecção para o <i>Neospora caninum</i> em propriedades leiteiras do Rio Grande do Sul.....	42
Tabela 6	Níveis de infecção para o <i>Neospora caninum</i> em propriedades leiteiras do Paraná.....	43
Tabela 7	Níveis de infecção para o <i>Neospora caninum</i> em propriedades leiteiras de Goiás.....	43
Tabela 8	Níveis de infecção para o <i>Neospora caninum</i> em propriedades leiteiras de Santa Catarina.....	43
Tabela 9	Níveis de infecção para o <i>Neospora caninum</i> em propriedades leiteiras de São Paulo.....	44

Tabela 10	Níveis de infecção para o <i>Neospora caninum</i> em propriedades leiteiras da Bahia.....	44
Tabela 11	Total de leite produzido e total de vacas ordenhadas pelos seis maiores produtores de leite no Brasil no ano de 2013.....	49
Tabela 12	Número de vacas ordenhadas e estimativa de vacas primíparas nos estados de Santa Catarina, São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná, Bahia, Goiás e Minas Gerais no ano de 2012. Fonte: Pesquisa Pecuária Municipal 2012 IBGE.....	52
Tabela 13	Estudos contendo os níveis de infecção para o <i>Neospora caninum</i> em rebanhos leiteiros no Brasil.....	53
Tabela 14	Preços médios, máximos e mínimos líquidos do litro de leite pago ao produtor nos sete principais estados produtores do Brasil em outubro de 2014.....	55
Tabela 15	Estimativa dos valores de vacas leiteiras para reposição em sete estados Brasileiros no ano de 2014.....	56
Tabela 16	Estimativa dos valores de vacas leiteiras descartadas em sete estados Brasileiros no ano de 2014.....	57
Tabela 17	Artigos selecionados para a meta-análise da diferença no risco de aborto entre animais soropositivos e soronegativos.....	58
Tabela 18	Estimativa dos valores de bezerras perdidas devido ao aborto nos sete estados Brasileiros participantes do estudo no ano de 2014.....	58
Tabela 19	Custo da visita de um médico veterinário e de medicamentos aos casos de aborto devido a infecção pelo <i>Neospora caninum</i> em sete estados do Brasil, 2014.....	59
Tabela 20	Modelo de custo associado à presença do <i>Neospora caninum</i> em rebanhos leiteiros do Brasil.....	61
Tabela 21	Modelo de custo do aborto associado à presença do <i>Neospora caninum</i> em rebanhos leiteiros do Brasil.....	62
Tabela 22	Custo do aborto e total para a cadeia produtiva de leite e para o produtor devido ao <i>Neospora caninum</i> no Brasil, 2014.....	66
Tabela 23	Custo do aborto e custo total devido ao <i>Neospora caninum</i> para a cadeia produtiva de leite e por animal em Minas Gerais, 2014.	68
Tabela 24	Custo do aborto e custo total devido ao <i>Neospora caninum</i> para a cadeia produtiva de leite e por animal em Goiás, 2014.	70
Tabela 25	Custo do aborto e custo total devido ao <i>Neospora caninum</i> para a cadeia produtiva de leite e por animal em São Paulo, 2014.	72
Tabela 26	Custo do aborto e custo total devido ao <i>Neospora caninum</i> para a cadeia produtiva de leite e por animal no Paraná, 2014.	74
Tabela 27	Custo do aborto e custo total devido ao <i>Neospora caninum</i> para a cadeia produtiva de leite e por animal na Bahia, 2014.....	76
Tabela 28	Custo do aborto e custo total devido ao <i>Neospora caninum</i> para a cadeia produtiva de leite e por animal em Santa Catarina, 2014.	78
Tabela 29	Custo do aborto e custo total devido ao <i>Neospora caninum</i> para a cadeia produtiva de leite e por animal no Rio Grande do Sul, 2014.	80

Lista de Figuras

Figura 1	Relação hipotética entre o custo em controlar uma doença e seu retorno financeiro.	18
Figura 2	Componentes para a análise econômica das doenças em animais de produção.	19
Figura 3	Efeito das doenças no sistema de economia de produção.....	20
Figura 4	Relação das despesas com medidas de controle e perdas na produção devido a uma doença.	24

Figura 5	Construção metodológica de um modelo para análise econômica de sanidade animal.....	26
Figura 6	Total de Vacas Ordenhadas e Quantidade de Leite produzido no Brasil entre os anos de 2000 e 2012 segundo dados da Pesquisa Pecuária Municipal.	30
Figura 7	Evolução do preço bruto do litro de leite pago ao produtor entre os anos de 2001 e 2014 no Brasil.....	34
Figura 8	Evolução da média do preço do litro de leite pago ao produtor no Brasil.....	35
Figura 9	Composição do Custo Operacional Efetivo da Pecuária de Leite no Brasil em agosto de 2014.....	36
Figura 10	Produção de leite e vacas ordenhadas no Brasil segundo a Pesquisa Pecuária Municipal 2013.....	48
Figura 11	Produção média de leite por vaca/ano em 2012. Fonte: Pesquisa Pecuária Municipal 2012.....	54
Figura 12	Estimativa do custo do aborto devido ao <i>Neospora caninum</i> no Brasil, 2014.....	63
Figura 13	Análise de sensibilidade (regressão) das variáveis que compõem o modelo de estimativa do custo do aborto devido à neosporose em rebanhos leiteiros do Brasil, 2014.....	64
Figura 14	Estimativa do custo total devido ao <i>Neospora caninum</i> no Brasil, 2014.....	64
Figura 15	Análise de sensibilidade (regressão) das variáveis que compõem o modelo de estimativa do custo total devido à neosporose em rebanhos leiteiros do Brasil, 2014.....	65
Figura 16	Estimativa do custo do aborto devido ao <i>Neospora caninum</i> em Minas Gerais, 2014.....	66
Figura 17	Estimativa do custo total devido a neosporose em Minas Gerais, 2014.....	67
Figura 18	Análise de sensibilidade (regressão) das variáveis que compõem o modelo de estimativa do custo total da neosporose em rebanhos leiteiros de Minas Gerais, 2014.....	67
Figura 19	Estimativa do custo do aborto devido ao <i>Neospora caninum</i> em Goiás, 2014.	69
Figura 20	Estimativa do custo total devido a neosporose em Goiás, 2014.	69
Figura 21	Análise de sensibilidade (regressão) das variáveis que compõem o modelo de estimativa do custo total devido à neosporose em rebanhos leiteiros de Goiás, 2014.....	70
Figura 22	Estimativa do custo do aborto devido ao <i>Neospora caninum</i> em São Paulo.	71
Figura 23	Estimativa do custo total devido a neosporose em São Paulo, 2014.	71
Figura 24	Análise de sensibilidade (regressão) das variáveis que compõem o modelo de estimativa do custo total devido à neosporose em rebanhos leiteiros de São Paulo, 2014.....	72
Figura 25	Estimativa do custo do aborto devido ao <i>Neospora caninum</i> no Paraná, 2014.....	73
Figura 26	Estimativa do custo total devido à neosporose no Paraná, 2014.	73
Figura 27	Análise de sensibilidade (regressão) das variáveis que compõem o modelo de estimativa do custo total devido à neosporose em rebanhos leiteiros do Paraná, 2014.....	74
Figura 28	Estimativa do custo do aborto devido ao <i>Neospora caninum</i> na Bahia, 2014.....	75
Figura 29	Estimativa do custo total devido à neosporose na Bahia, 2014.....	75
Figura 30	Análise de sensibilidade (regressão) das variáveis que compõem o modelo de estimativa do custo total devido à neosporose em rebanhos leiteiros da Bahia, 2014.....	76
Figura 31	Estimativa do custo do aborto devido ao <i>Neospora caninum</i> em Santa Catarina, 2014.....	77
Figura 32	Estimativa do custo total devido à neosporose em Santa Catarina, 2014.....	77
Figura 33	Análise de sensibilidade (regressão) das variáveis que compõem o modelo de estimativa do custo total devido à neosporose em rebanhos leiteiros de Santa Catarina, 2014.....	78
Figura 34	Estimativa do custo do aborto devido ao <i>Neospora caninum</i> no Rio Grande do Sul, 2014.....	79

Figura 35	Estimativa do custo total devido à neosporose no Rio Grande do Sul, 2014.....	79
Figura 36	Análise de sensibilidade (regressão) das variáveis que compõem o modelo de estimativa do custo total devido à neosporose em rebanhos leiteiros no Rio Grande do Sul, 2014.....	80

RESUMO

Há muitos anos tem-se reconhecido que as doenças dos animais de produção geram um impacto econômico significativo na produtividade animal e incorre em custos substanciais para a sociedade moderna. Este reconhecimento deu origem a várias pesquisas com o objetivo de estimar a dimensão dos impactos econômicos e avaliar o custo-benefício de medidas de controle e prevenção. Os casos de neosporose em bovinos possuem grandes impactos econômicos em rebanhos leiteiros, sendo responsável por perdas estimadas em mais de 1.2 bilhão de dólares apenas relacionados aos casos de aborto em todo o mundo. O projeto utilizou a técnica de modelagem estocástica para criar um modelo de orçamento parcial com simulação de Monte Carlo para calcular os custos associados ao *Neospora caninum* nos sete principais estados produtores de leite no Brasil. Foram criados modelos para estimar os custos sobre a produção de leite, descarte prematuro de vacas e custos com o aborto. Os custos totais no Brasil foram estimados em R\$291 milhões (R\$189 – 448) para toda a cadeia produtiva de leite, R\$104 milhões em Minas Gerais, R\$56 milhões em Goiás, R\$ 33 milhões na Bahia, R\$31 milhões em São Paulo, R\$30 milhões no Paraná, R\$17 milhões em Santa Catarina e R\$16 milhões no Rio Grande do Sul. A variável com maior poder de aumentar o custo devido ao *N. caninum* é o risco de descarte prematuro. A diferença no risco de aborto foi estimada em 10,4% para animais soropositivos. A redução destes prejuízos poderia representar maiores margens de lucro ao produtor, investimento em novas tecnologias, melhorias na genética dos animais, controle sanitário, trazendo uma maior produtividade ao setor refletindo em preços mais acessíveis aos consumidores.

Palavras-chave: Bovino leiteiro, *Neospora caninum*, Modelo Matemático, Brasil.

ABSTRACT

For many years it has been recognized that diseases of livestock generate a significant economic impact on animal productivity and incurs on substantial costs to modern society. This acknowledgment led to several surveys to estimate the economic impacts and evaluate cost-effective of the control and prevention measures. Cases of neosporosis in cattle demonstrated large economic impacts in dairy cattle, accounting losses over 1.2 billion dollars just related to abortion cases worldwide. The project used a stochastic modeling technique to create a partial budget model with Monte Carlo simulation to calculate the costs associated with *Neospora caninum* in the seven major producing states of milk in Brazil. Models are designed to estimate the costs of milk production, premature culling and the abortion costs. The total costs in Brazil were estimated at R\$291 million (R\$189 - 448) for the entire production chain milk, R\$104 million in Minas Gerais, R\$56 million in Goiás, R\$33 million in Bahia, R\$31 million in São Paul, R\$30 million in Paraná, R\$17 million in Santa Catarina and R\$16 million in Rio Grande do Sul. The variable with the highest influence to increase the cost due to *N. caninum* is the risk of premature culling. The abortion risk difference was estimated at 10.4% for seropositive animals. The decrease of these losses could represent higher profit margins for producers, investment in new technologies, improvements in animal genetics and disease control, bringing greater productivity to the sector reflected in lower prices to consumers

Keywords: Dairy cattle, *Neospora caninum*, Mathematical Model, Brazil.

1. INTRODUÇÃO

Importantes avanços na produção animal foram alcançados através do reconhecimento e posterior seleção genética das raças mais produtivas a partir de meados do século XVIII. No entanto, foi a partir do século seguinte que os sistemas de produção animal começaram a sofrer profundas mudanças devido à grande necessidade de produção de alimentos para uma população cada vez mais urbana, em grandes sistemas de produção intensivos cada vez mais conectados e de baixo custo para o produtor, para assim maximizar seu lucro.

No início da década de 90, as tecnologias de produção e processamento apresentaram grandes melhorias no contexto de oferta de alimentos: disponibilidade de cereais baratos e redução dos custos de transporte em massa. Porém, um grande problema enfrentado globalmente foram as dificuldades relacionadas ao controle de fronteiras, através da introdução de novas doenças e o ressurgimento de doenças zoonóticas em países desenvolvidos (Dewey, 2008). Portanto, o mundo passou a observar uma mudança na estrutura da cadeia de produção animal, deixando de ser relativamente simples e local, tornando-se cada vez mais complexa e globalizada, o que propiciou a disseminação dos patógenos a níveis nunca visto antes.

O início dos estudos da economia voltada para sanidade animal foi influenciado pelo grande impacto de doenças como - a Peste Bovina, Pleuropneumonia Contagiosa Bovina e a Febre Aftosa. Estas enfermidades além de causarem grandes perdas econômicas, também causaram grandes impactos na saúde pública, o que levou os países desenvolvidos a iniciarem um investimento em serviços veterinários, pesquisas e projetos de educação sanitária na tentativa de se erradicar essas doenças (McInerney *et al.*, 1992).

Os primeiros trabalhos voltados para a economia das doenças de produção visavam estimar a dimensão dos impactos econômicos e avaliar os custos e benefícios das diferentes estratégias de controle de apenas uma ou duas doenças em um pequeno âmbito espacial, buscando estratégias economicamente viáveis no contexto econômico do local e do tempo de análise. Posteriormente, as análises buscaram entender de forma mais complexa a relação entre as doenças, o mercado produtivo e a economia, saindo do âmbito da propriedade para o de uma cadeia de mercado internacional.

No ano de 2013, a cadeia produtiva de leite no Brasil produziu mais de 35 bilhões de litros de leite, terceira maior produção mundial, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e Índia, gerando emprego de forma direta na produção primária para quatro milhões de trabalhadores (IBGE, 2015). Apesar da expressiva produção de leite no Brasil, ainda persiste em nossos rebanhos a baixa produtividade e gestão sanitária (EMBRAPA, 2013). Como consequência, a introdução de agentes patogênicos no rebanho e a circulação desses entre as diferentes categorias de animais, frequentemente desencadeiam perdas econômicas relacionadas aos baixos índices produtivos e reprodutivos. Reverter este quadro representa um grande desafio para pesquisadores, extensionistas e todos aqueles que objetivam o desenvolvimento da pecuária leiteira.

Neospora caninum é um protozoário que tem o cão e os canídeos selvagens como hospedeiros definitivos e, ainda, uma grande variedade de espécies domésticas como hospedeiros intermediários (Gondim *et al.*, 2004; Dubey *et al.*, 2007). Desde o relato inicial em 1984, em cães na Noruega (Bjerkas *et al.*, 1984) e do isolamento e da descrição de um novo gênero e espécie denominada *Neospora caninum* (Dubey *et al.*, 1988), a neosporose tem emergido como

uma das principais causas de impactos econômicos em rebanhos bovinos de todo o mundo (Haddad, 2005; Dubey *et al.*, 2007; Reichel *et al.*, 2013).

As grandes perdas econômicas relacionadas à neosporose em rebanhos leiteiros ocorrem devido às falhas reprodutivas que sucedem a infecção, especialmente os casos de aborto, mas também da retenção de placenta, retorno ao cio e aumento do intervalo de partos. Estima-se que de todos os abortos que ocorrem no Brasil, Holanda e Estados Unidos, até 20% deles estão associados à neosporose (Dubey *et al.*, 2007). As perdas relacionadas apenas aos casos de abortamento são estimadas em mais de US\$ 1 bilhão ao redor do mundo, sendo que em rebanhos leiteiros, esta perda chega a um total de US\$ 843 milhões, com prejuízos de US\$ 53 milhões em rebanhos brasileiros (Reichel *et al.*, 2013).

Estimar o impacto econômico da neosporose e associar as medidas de controle e prevenção de melhor retorno econômico é fundamental na busca de melhores resultados para a cadeia produtiva de leite no Brasil, por fim, é essencial conhecer e estimar os efeitos físicos da doença em animais provenientes de rebanhos leiteiros.

2. OBJETIVOS

Este trabalho possui o objetivo de estimar, através de modelo de orçamento parcial com simulação de Monte Carlo os custos dos casos de aborto e os custos totais (aborto + descarte prematuro + queda produção de leite) associados ao *Neospora caninum* em rebanhos leiteiros de Minas Gerais, São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina, Goiás e Bahia, estados estes com as maiores produções em volume de leite e de número de vacas ordenhadas no Brasil.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 - A IMPORTÂNCIA DAS ANÁLISES ECONÔMICAS DE DOENÇAS QUE AFETAM OS ANIMAIS DE PRODUÇÃO

Há muitos anos tem se reconhecido que as doenças dos animais de produção geram impactos econômicos significativos na produtividade animal e incorre em custos substanciais para as sociedades modernas, tanto nos países desenvolvidos como em países em desenvolvimento. Este reconhecimento deu origem a várias pesquisas com o objetivo de estimar a dimensão dos impactos econômicos e avaliar os custos e benefícios das diferentes estratégias de controle das doenças, visando uma estratégia que seja economicamente viável no contexto econômico do local e tempo de análise (Bennett, 1992; Dijkhuizen *et al.*, 1995).

Os resultados gerados através destas precursoras pesquisas originaram uma variedade significativa de estudos econômicos de doenças específicas e que afetam os animais de produção, utilizando para isto uma variedade de metodologias e bases de avaliação, relativas às populações em diferentes períodos de tempo, diferentes raças de animais de produção, locais geograficamente distintos e diferentes cenários econômicos (Dijkhuizen e Morris, 1997).

Bennett, (2003) argumentou sobre a necessidade de se analisar as doenças como uma questão econômica dentro de uma relação complexa de sistemas produtivos, que deve incluir além dos fatores físicos diretos na produção, o bem estar humano, as restrições sobre o comércio nacional e internacional e os efeitos sobre o bem-estar dos animais.

Os métodos de análises econômicas das doenças em rebanhos leiteiros envolvem uma relativa complexidade dentro do contexto brasileiro de produção. Isto ocorre devido à grande heterogeneidade dos complexos de doenças existentes, as diferenças epidemiológicas de cada local e a forma de produção adotada, bem como uma considerável variedade nas medidas preventivas e de tratamentos que sofrem grandes variações sobretudo devido as singularidades locais, respostas individuais dos animais, diversidade de produtores, diferenças regionais e principalmente a falta de apoio e regulamentação pública no controle de doenças que mesmo não trazendo um impacto para a saúde pública e restrições comerciais, como o caso da neosporose bovina, acarretam impactos econômicos de grandes extensões aos produtores e toda a cadeia produtiva de leite.

A análise econômica deve levar em conta todos os benefícios monetários e os custos gerados pela doença e suas formas de controle. Para tanto, devemos combinar o conhecimento biológico e veterinário com considerações financeiras através da interdisciplinaridade entre profissionais economistas e não economistas para que a análise econômica traga um resultado palpável e eficiente do ponto de vista prático e financeiro (Bennett, 1992; Mcinerney *et al.*, 1992).

As técnicas de análise de custo-benefício foram as primeiras a serem amplamente utilizadas em economia animal para determinar quais medidas sanitárias e econômicas seriam ideais na fazenda e em mais larga escala, tais como programas regionais ou nacionais de controle de enfermidades. Esta abordagem busca uma eficiência econômica máxima, quando o lucro líquido, que é o lucro bruto menos todas as receitas operacionais, são maximizadas pela ação sanitária adotada no rebanho (Dijkhuizen e Morris, 1997, Bennett, 2003).

O benefício econômico ao adotar um plano estratégico, visando controlar uma doença no rebanho, pode ser medido quantificando o quanto este plano reduziu das perdas econômicas causadas pela doença, em relação aos diferentes níveis de despesas que o plano ocasiona ao produtor (Mcinerney *et al.*, 1992, Rushton, 2009).

Para demonstrar graficamente como a situação acima ocorre, a Figura 1 retirada de Bennett, (1992) foi criada hipoteticamente. O eixo formado por **OA** é a perda econômica ocasionada pela doença se não houver medidas voltadas para o seu controle. A linha formada por **ADF** representa as perdas econômicas em função das diferentes formas de controle que o produtor pode adotar e seu custo operacional. Portanto, a diferença entre a linha de **AG** e curva **ADF**, mostrado pela área sombreada, representa o benefício econômico de se controlar a doença em vários níveis de despesas operacionais. No exemplo citado, para qualquer nível de despesas no controle da doença, se obtém um retorno econômico satisfatório.

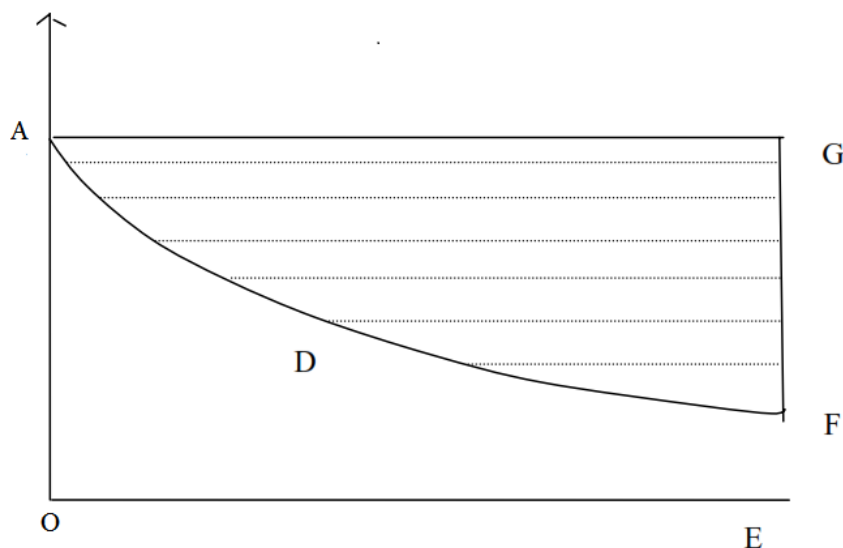


Figura 1. Relação hipotética entre o custo em controlar uma doença e seu retorno financeiro. Adaptado de Bennett, 1992

Porém, a situação criada por Bennett, (1992) não ocorre na prática em programas sanitários de controle de doenças animais. O cenário que se desenha é a existência de um limiar máximo em que os custos dos programas sanitários trazem um incremento financeiro satisfatório, influenciados pelos preços de mercado e do produto final. Em muitos casos, chega-se a um limite em que maiores gastos na implementação e manutenção das medidas de controle não conseguem ser revertidos em um incremento na produção animal que seja economicamente viável de ser mantido pelo produtor (Otte e Chilonda, 2000; Bennett, 2003).

Pelo fato do preço de mercado influenciar diretamente as análises econômicas, existe uma real necessidade das análises econômicas dos sistemas de produção animal não permanecerem estacionadas no tempo. Caso o valor econômico de determinados tipos de produtos aumentarem, como o preço do litro do leite ou arroba do boi, maiores benefícios podem ser obtidos ao se controlar as doenças que acometam estes animais. A relação de custo de um programa sanitário e benefício pertinente a ele é diretamente relacionada com o valor de mercado pago pelo produto deste animal (Ramsay *et al.*, 1999; Bennett, 2003; Bennett, 2005).

As análises econômicas mais modernas são realizadas buscando-se entender a doença e o sistema a que ela se insere, e assim compreender seus impactos na economia local, regional e internacional. Sendo o grande objetivo das análises econômicas incrementarem os ganhos de uma propriedade e da cadeia produtiva, baseando suas ações na demanda da sociedade moderna por alimentos de qualidade, com baixos preços e de um comércio globalizado (Henriques *et al.*, 2004; Bennett, 2005; Rushton, 2009).

3.2 – A CONSTRUÇÃO TEÓRICA DE UM MODELO DE ANÁLISE ECONÔMICA DAS DOENÇAS QUE AFETAM OS ANIMAIS DE PRODUÇÃO

No processo de análise dos prejuízos financeiros de uma doença, devemos utilizar toda a informação disponível, sendo muitas das vezes escassas, e nos casos que não existam dados suficientes, métodos de simulações matemáticas devem ser utilizados a fim de complementar as informações necessárias para uma apropriada análise econômica (Bennett, 1992; Otte e Chilonda, 2000; Bennett, 2003).

Durante o processo de avaliação do impacto de uma doença e das suas medidas de controle e prevenção, devemos considerar todos os prejuízos e todos os benefícios, mesmo os que não são passíveis de quantificação, como o caso do bem estar animal e humano. Estes benefícios e prejuízos, que não possuem valor monetário, devem ser aludidos no trabalho e possuem grande importância para o tomador de decisões, para que no momento final da escolha de uma estratégia a ser adotada, este fator seja aproveitado (Dijkhuizen *et al.*, 1995; Dijkhuizen e Morris, 1997; Bennett, 2005).

O modelo estrutural básico das análises econômicas deve incluir três fatores: *O HOMEM, O PRODUTO E O RECURSO*. Howe e Mcinerney, (1987), exemplificam a interação entre os três fatores conforme observado pela Figura 2.

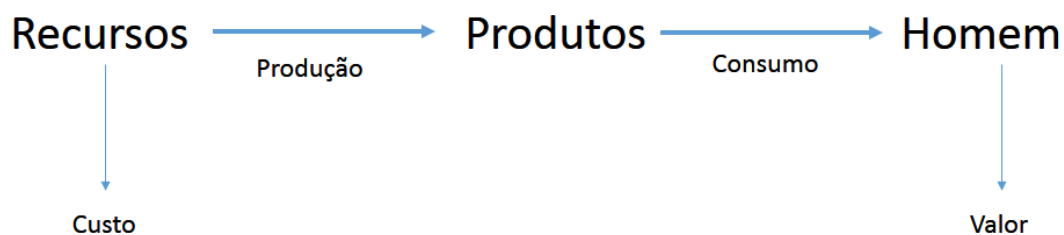


Figura 2. Componentes para a análise econômica das doenças em animais de produção. Adaptado de Howe e Mcinerney, 1987.

Esta interação se dá pelo fato do homem poder criar sua demanda por produtos voltados para o consumo e necessidades pessoais, possuindo assim a força de tomada de decisão, impelindo a realização ou não de certa atividade econômica. Os produtos são os bens e serviços que vão satisfazer essa necessidade e desejo dos homens. Os recursos são os fatores físicos e serviços que irão servir como matéria prima e base para a geração dos produtos, sendo o ponto de início para a realização de qualquer atividade econômica (Howe e Mcinerney, 1987).

A análise econômica deve incluir os produtos que sejam de real interesse para o homem, e os custos de produção devem estar dentro de um patamar que seja viável economicamente, sem deturpações irrealistas de preço de mercado. Assim, toda a análise econômica deve buscar uma diminuição do custo de produção e atingir uma maior produtividade, para que a demanda de consumo do homem seja atendida e que o valor final do produto seja acessível às diferentes camadas da população (Howe e Mcinerney, 1987).

As doenças que acometem os animais de produção influenciam a produção de recursos (exemplo: leite) em produtos (leite UHT) e acabam por gerar uma necessidade da utilização de muitos recursos extras para a sua produção, acarretando em maior custo de produção ou menor

eficiência produtiva. Estes são chamados de efeitos diretos, que impacta diretamente o produtor, como a redução na produção de leite por uma unidade animal (Howe e Mcinerney, 1987; Bennett, 1992; Bennett, 2003).

As doenças dos animais de produção também influenciam outros setores da economia e da sociedade, sendo denominado de efeitos indiretos, como as perdas econômicas em exportações de subprodutos. Na grande maioria das vezes os fatores indiretos afetam a economia de fora da propriedade, ocasionando perdas que o produtor nem sempre consegue contabilizar ou sequer é de seu conhecimento (Otte e Chilonda, 2000; Bennett, 2003).

A Figura 3 ilustra o contexto dos efeitos diretos e indiretos das doenças dos animais, e seus impactos nos diferentes setores relacionados à produção pecuária.

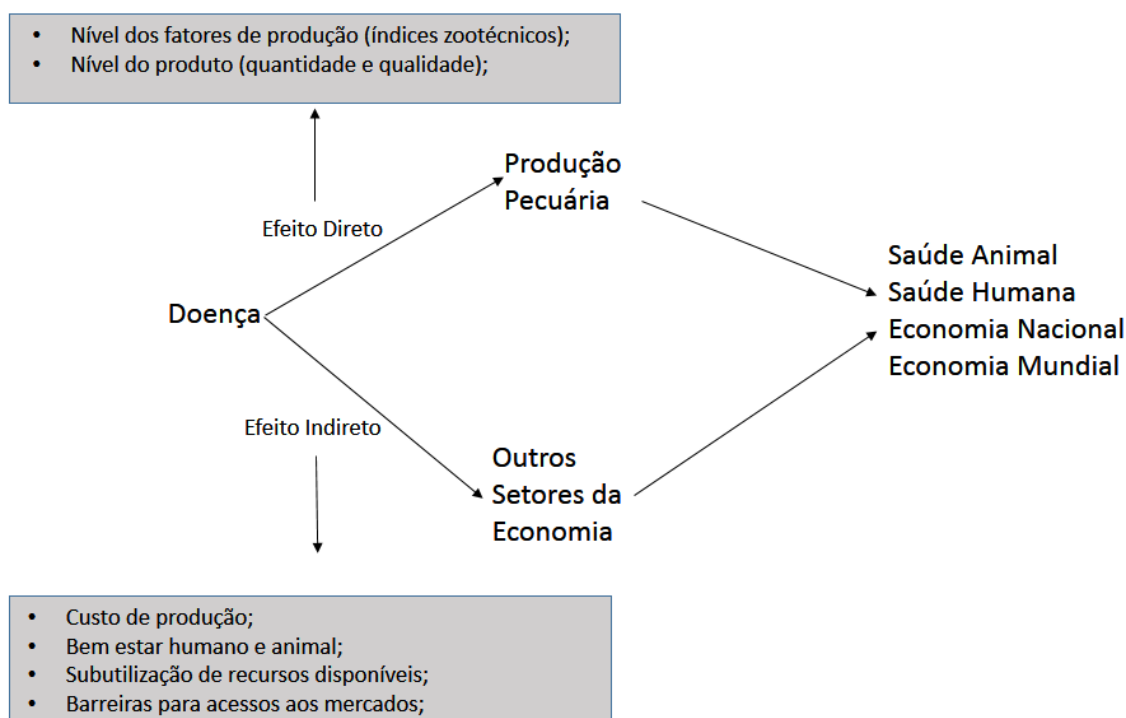


Figura 3. Efeito das doenças no sistema de economia de produção pecuária. (Otte e Chilonda, 2000; Henriques *et al.*, 2004).

O custo relacionado a uma doença é classificado em custos diretos e indiretos, que possuem íntima ligação com os efeitos diretos e indiretos. A lógica é que um efeito direto da doença incorre em custo direto ao produtor (Howe e Mcinerney, 1987; Otte e Chilonda, 2000).

O custo direto ao produtor é descrito como:

- i. Custos diretos nos índices de produção animal, como diminuição do volume de leite, ganho de peso e diminuição das taxas de fertilidade;
- ii. Custos devido à mortalidade animal associada à doença;
- iii. Custos de tratamento e prevenção diretamente associadas à doença;

Os custos indiretos ao produtor ocorrem quando há:

- i. Necessidade de utilização de animais com menor produtividade, porém com maior resistência às doenças;
- ii. Custo maior com a mão de obra, por exemplo, a necessidade de separar animais com mastite e proceder sua ordenha apenas ao final da linha;
- iii. Proibição da comercialização de produtos na ocorrência de um surto de doença, como ocorre durante um surto de febre aftosa;

Em um escopo metodológico com técnicas modernas, novos princípios econômicos são adotados a fim de orientar as decisões na alocação de recursos para a gestão da saúde animal (Rushton, 2009);

- i. A relação econômica do custo de produção, com a finalidade de que o último gasto com as medidas de controle das doenças dos animais traga retorno real e com lucro devido a redução das perdas produtivas, seguindo o princípio equimarginal;
- ii. A minimização de custos, buscando conhecer melhor o sistema de produção o mais localmente possível, adotando assim as medidas que ocasionem os melhores retornos;
- iii. A oportunidade de alocar recursos sobressalentes para as atividades de controle da doença. Isto é particularmente importante entre os pequenos produtores, que muitas vezes têm a renda disponível limitada;

Este escopo mais atual nos conduz a tomadas de decisões que visem a máxima eficiência dos gastos com medidas de controle, com um custo mínimo necessário para que não haja desperdício, gerando recursos sobressalentes para serem alocados dentro e fora da propriedade.

3.3 - A DIFICULDADE MACRO E MICROECONÔMICA NO CÁLCULO DO CUSTO ASSOCIADO A UMA DOENÇA

Do ponto de vista estritamente técnico, é relativamente fácil identificar as perdas na produção causadas pelas doenças: menor produção de leite por animal, diminuição do ganho diário de peso, mortes prematuras e queda dos índices reprodutivos. Geralmente algum tipo de preço de mercado pode ser associado aos produtos e assim calcular o valor econômico da perda. Porém, nem sempre é simples dar valor a todos os fatores, como por exemplo, o bem estar animal e do homem (Henriques *et al.*, 2004; Bennett, 2005; Rushton, 2009).

Em outros casos, o preço de mercado pode deturpar o verdadeiro valor econômico de um produto, os preços podem ser distorcidos administrativamente por políticas governamentais ou pelo poder de monopólio. Além disso, pode não haver um valor monetário facilmente vinculado a um animal, como o caso de um bovino ainda em processo de engorda ou o valor de uma bezerra abortada, logo o valor acumulado dos recursos investidos no animal deve ser o tanto quanto menor que o valor do rendimento de sua produção (Howe e Mcinerney, 1987; Bennett, 1992; Bennett, 2003; Bennett, 2005).

Existem ainda outros problemas que devem ser discutidos, como: por qual óptica é mais relevante estimar os custos da doença, os custos dos produtores, dos consumidores, grupos sociais interessados ou ainda pela sociedade como um todo. Esta distinção entre os custos privados da doença (aqueles provenientes dos produtores) e os custos sociais ou públicos (aqueles sentido pela sociedade como um todo) é de importância considerável. Os valores mais

facilmente estimados são referentes aos custos privados, porque eles refletem diretamente os impactos das doenças sobre a produção e os custos diretos para o produtor (McInerney *et al.*, 1992; Marsh, 1999; Bennett, 2003), porém nem sempre englobam o custo real e total de uma doença.

É de se esperar que o custo privado da doença não inclua os gastos públicos com serviços de fiscalização veterinária de um Estado, as perdas indiretas, redução na qualidade do produto, restrições de venda, efeitos sobre as relações comerciais, que surgem no sistema econômico de uma forma mais ampla (macroeconômico) do que em uma propriedade (microeconômico). Os custos decorrentes nas áreas macroeconômicas excedem aquelas manifestadas dentro da fazenda, e ainda permanecem não completamente estudadas, pois demanda um modelo capaz de explicar todo o sistema econômico, o que possui particular dificuldade de entendimento (Dijkhuizen e Morris, 1997; Otte e Chilonda, 2000; Christy e Thirunavukkarasu, 2006).

Este contexto complexo leva à conclusão de que não existe uma forma única e adequada de se calcular prejuízo decorrente de uma doença. O objetivo da análise econômica é indicar se devemos aplicar maiores ou menores recursos a fim de influenciar o nível de doença experimentado e suas combinações específicas, focando a gestão da doença mais localmente possível, respeitando as particularidades de cada região, e não simplesmente documentando o seu nível de perda econômica.

3.4 - CALCULANDO O CUSTO DE UMA DOENÇA

Segundo McInerney *et al.*, (1992), existe uma duplicidade de sentido quando os termos 'perda' e 'gasto' são utilizados de forma vaga e até mesmo indistinta. Portanto, é importante esclarecer a terminologia utilizada nos estudos econômicos para termos um melhor entendimento da equação que levará ao modelo de estimativa do custo direto de uma doença.

Para a terminologia perda (L), é utilizada a letra “L” do termo “Loss” em inglês, o que implica uma perda na produção animal, como por exemplo, a perda em produção de leite devido ao estabelecimento de uma doença. Em cada caso, a característica comum é que as perdas são reduções na produção, no produto alvo final (McInerney *et al.*, 1992; Bennett, 2003).

Por outro lado, algumas implicações econômicas se manifestam como gastos extras para a produção animal, e isto é denominado como Gastos Extras com a letra (E), da palavra em inglês “Expendure”. Estes gastos (E) podem assumir duas formas: despesas no controle e tratamento, quando a doença já se encontra estabelecida, ou despesas com prevenção, visando o não estabelecimento da doença. Assim, os gastos extras representam o valor total dos recursos empregados para reduzir ou precaver potencial perda (McInerney *et al.*, 1992; Bennett, 2003).

Um dado interessante é que muitos dos gastos que seriam extras tornaram-se absorvidos por práticas de gestão padrão, não sendo caracterizados como medidas de prevenção das doenças. Os procedimentos de higiene de ordenha, manejo de condições ambientais e alimentação são exemplos destes quadros. Dependendo das circunstâncias específicas, um produtor pode optar por seguir uma ou outra abordagem para conter os efeitos da doença, e nesse sentido, tratamento e prevenção são excludentes. Por outro lado, tratamento e prevenção podem ser usados simultaneamente, como complemento de uma política de controle de doenças. Além disso, muitas vezes o tratamento e prevenção podem ser inseparáveis para todos os efeitos práticos, como, por exemplo, programas sanitários de parasitoses (Howe e McInerney, 1987).

Os efeitos econômicos negativos das doenças inevitavelmente aparecem como Perdas (L) ou Gastos extras (E). Desta maneira, o custo econômico (C) é utilizado para representar todos os efeitos, tanto as perdas quanto os gastos, sempre em consequência da ocorrência de uma doença específica estudada no rebanho.

A partir dos conceitos acima citados, Mcinerney *et al.*, (1992), seguidos por Bennett *et al.*, (1999) e Bennett, (2003), utilizaram a seguinte equação nos estudos de estimativa do custo direto associado às doenças em rebanhos ingleses:

$$\bullet \quad C = L + E$$

- Custo = (Perdas na produção) + (Gastos com medidas de controle e prevenção);

Segundo Bennett, (2005) os estudos dos impactos econômicos das doenças em animais de produção possuem sete principais fatores de impactos a serem observados:

- i. Redução da produção animal que seria comercializada;
- ii. Redução na qualidade do produto a ser comercializado;
- iii. Perda ou necessidade de maiores recursos financeiros para a se chegar ao nível desejado da produção animal;
- iv. Custos associados com o controle e prevenção de doenças;
- v. Custos para a saúde humana associados com zoonoses ou controle de doenças;
- vi. Bem-estar animal;
- vii. Restrições ao comércio nacional e internacional devido aos casos da doença e de seus meios de controle, como ocorre com os resíduos.

O trabalho realizado por Bennett, (2003), em rebanhos ingleses, modificou a estrutura proposta por Mcinerney *et al.*, (1992), definindo “C” como o custo direto associado a uma doença com a seguinte fórmula:

$$\bullet \quad C = (L + R) + T + P;$$

onde (L+R) é a redução esperada dos parâmetros produtivos e reprodutivos devido à magnitude dos efeitos físicos da doença na produção animal, (T) custos com medidas de tratamento direto do agente e dos seus efeitos e (P) são os custos com as medidas de prevenção. O termo 'custo direto associado' é utilizado para tornar ainda mais claro que outros impactos, denominados 'indiretos' não são incluídos na análise, devido a particular dificuldade de estimação.

3.5 - A RELAÇÃO ENTRE OS COMPONENTES UTILIZADOS PARA ESTIMAR O CUSTO DIRETO ASSOCIADO A UMA DOENÇA

Sendo o custo direto associado à doença segundo Bennett, (2003);

$$\bullet \quad C = (L + R) + T + P;$$

existirá em qualquer situação uma relação de substituição entre os componentes da equação, por exemplo, um custo maior com medidas de prevenção irá acarretar em uma menor perda de produção e em menores gastos com tratamento dos animais doentes. É muito importante

salientar que esta relação não é linear, tal qual combinações das medidas de tratamento e controle somam um valor mais alto, em termos financeiros, do que o retorno gerado em valor de produção (Bennett, 2003).

É observado em rebanhos brasileiros e ao redor do mundo, um cenário de baixos gastos com medidas de tratamento e controle de algumas doenças, simplesmente tolerando níveis de perdas no rebanho. Para tanto, outras doenças, como a Febre Aftosa e a Brucelose, altos gastos são realizados afim de se prevenir e controlar os casos. Mcinerney *et al.*, (1992) citam a existência de um ponto de equilíbrio entre perdas de produção e gastos com medidas de controle e prevenção em que o custo econômico total é minimizado, sendo este limiar o objetivo da grande maioria dos estudos de avaliação econômica de doenças, especialmente as que possuem baixo impacto na saúde pública, caso da neosporose.

A Figura 4, adaptada de Mcinerney *et al.*, (1992) e de Bennett, (2003), demonstra a relação entre os gastos com medidas de controle e prevenção com as perdas de produção tipicamente observadas quando se adotam medidas de controle e prevenção.

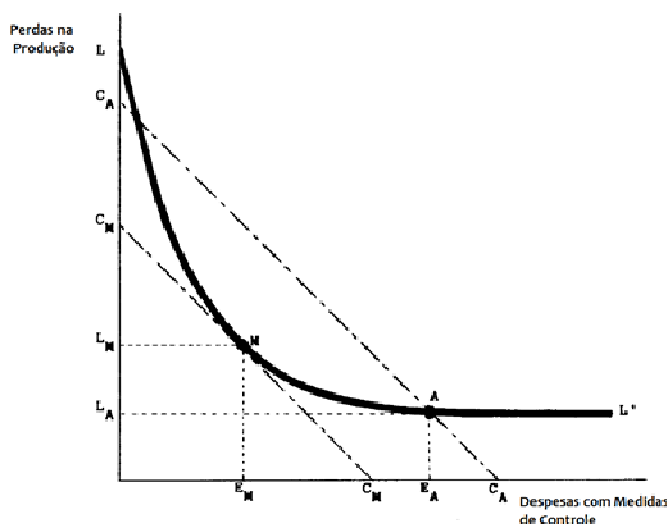


Figura 4. Relação das despesas com medidas de controle e perdas na produção devido a uma doença. Adaptado de Mcinerney *et al.*, (1992).

O aumento dos custos devido as diferentes medidas de controle e prevenção diminuem em até certo ponto as perdas diretas associadas a uma doença, observado na Figura 4 pelo ponto **LA/EA**. A partir deste ponto, o incremento de um valor gasto com medidas de controle e prevenção não traz um retorno financeiro de produção igual ou superior, o que justificaria financeiramente seu gasto.

Este ponto da curva deve ser muito bem estudado em cada caso particular, sendo um ponto crítico para a avaliação dos estudos econômicos. As mudanças ocorridas no valor pago por algum componente da análise, como o valor do litro do leite, pode justificar um aumento nos custos de prevenção e controle da doença. A situação contrária, como a queda no valor do produto também pode justificar uma diminuição nos valores gastos com medidas de prevenção e controle (Bennett, 1992; Mcinerney *et al.*, 1992; Dijkhuizen *et al.*, 1995).

3.6 – MÉTODOS DE ESTUDOS ECONÔMICOS VOLTADAS PARA A ANÁLISE ECONÔMICA EM SANIDADE ANIMAL

Os métodos e modelos econômicos utilizados para avaliar os sistemas de produção animal são os mesmos empregados nas análises financeiras de uma empresa, adaptadas à realidade e particularidades do agronegócio. Os métodos vão desde os mais usuais e conceituados, como os modelos de orçamento parcial, análises de custo-benefício e a análise de decisão, até os mais sofisticados que incorporam os modelos matemáticos e as técnicas de programação linear, cadeias de Markov e Simulações de Monte Carlo (Harvey *et al.*, 2007; Kudahl *et al.*, 2007).

A escolha do método de análise depende dos seguintes fatores (Bennett, 1992; Mcinerney *et al.*, 1992; Dijkhuizen *et al.*, 1995):

- i. A natureza do problema estudado e sua importância econômica para a sociedade;
- ii. A complexidade da cadeia de produção em um nível macroeconômico e do sistema de produção em um nível microeconômico;
- iii. A disponibilidade de dados;
- iv. A utilidade e a finalidade de cada metodologia de análise;
- v. Os recursos disponíveis (tempo, financeiro e metodológico);

3.6.1 - MÉTODO DE ORÇAMENTO PARCIAL

Este método é utilizado quando a análise busca quantificar as diferentes perdas e gastos causadas na produção animal, diretamente afetadas por uma doença específica, e os seus gastos com as diversas medidas de controle e prevenção em um sistema privado de produção (Henriques *et al.*, 2004; Rushton, 2009).

O método de orçamento parcial não possui o propósito de avaliar a receita total e o custo total de uma exploração leiteira, mas somente os custos e receitas diretas e/ou indiretas ocasionadas pela doença através de planilhas contendo os fatores relacionados à doença, ao preço da produção perdida e ao montante final. Este é um método eficaz para analisar pequenas mudanças gerenciais das atividades de exploração (Bennett, 2003; Bennett e Ijpelaar, 2005).

Em suma, um modelo de orçamento parcial lida apenas com os aspectos de uma exploração que são afetados por um fator, no caso a doença a ser investigada (Dijkhuizen e Morris, 1997; Otte e Chilonda, 2000; Henriques *et al.*, 2004).

3.7 – MODELOS MATEMÁTICOS

Uma das principais dificuldades observadas na epidemiologia veterinária voltada ao desenvolvimento das análises econômicas é a estimativa das inter-relações entre os diversos fatores que determinam o processo de doença em uma população animal e seus diferentes impactos na produção e produtividade individual do animal (Edler *et al.*, 2002; Bennett, 2005; Rushton, 2009).

Os modelos matemáticos acabam se transformando em ferramentas extremamente úteis para se trabalhar com assuntos relacionados à economia da sanidade animal e são definidos como equações que descrevem ou simulam inter-relações do mundo real de uma forma simples e

direta (Rushton, 2009).

A modelagem possui três funções principais:

- i. Proporcionar uma base de avaliação e assimilação das informações disponíveis sobre o sistema estudado;
- ii. Detectar quais conhecimentos essenciais são insuficientes e possuem grande incerteza na avaliação do sistema, indicando assim o que deve ser pesquisado;
- iii. Auxiliar o manejo, a tomada de decisões e o controle sanitário dos sistemas de produção animal.

As pesquisas de economia e sanidade dos animais de produção utilizam uma abordagem que incluem técnicas de modelagem computacional buscando analisar o problema, no caso o impacto de uma enfermidade, criando um modelo matemático simplificado, podendo ser alterado através de mudanças das estimativas e das variáveis que o compõem. Esta forma de abordagem é especialmente interessante em cenários em que a experimentação real não seria possível, seja por motivo de custo operacional, ético ou exploração de alguma estratégia de controle e prevenção que ainda não foi aplicada no mundo real. É importante saber correlacionar o mundo real e a forma simplificada de uma modelagem, para que a partir do modelo simplificado possa ser possível a extrapolação dos seus resultados para o contexto real, muito mais complexo (Henriques *et al.*, 2004; Rushton, 2009).

A análise de seis passos metodológicos, envolvendo a análise de um sistema de produção animal, através do uso da modelagem deve ser verificada durante o processo de construção de um modelo final (Dijkhuizen e Morris, 1997). A Figura 5, adaptada de Dijkhuizen e Morris, (1997), demonstra esse esquema metodológico:

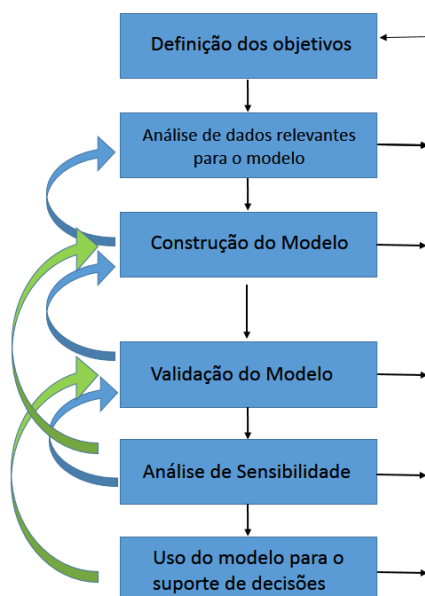


Figura 5. Construção metodológica de um modelo para análise econômica de sanidade animal. Adaptado de Dijkhuizen e Morris, (1997)

O primeiro, e principal, passo é a descrição clara dos objetivos e do sistema de produção a ser estudado, enfocando as razões aos quais os levaram a serem estudados. Uma clara definição do sistema de produção e todas as suas particularidades, o problema a ser resolvido - no caso da economia em sanidade animal pode ser uma doença – a disponibilidade de dados e o detalhamento das respostas a serem resolvidas irão determinar e auxiliar o tipo de modelo a ser utilizado (Dijkhuizen e Morris, 1997).

Os modelos podem calcular um valor definitivo e único para a variável resposta, chamado de modelo determinístico, esses são modelos de simulação que não possuem variáveis aleatórias, ou seja, para um conjunto conhecido de dados fixos de entrada teremos um único resultado de saída (Henriques *et al.*, 2004; Rushton, 2009).

Por outro lado, com o modelo dito estocástico utilizamos as probabilidades de distribuições, trabalhando com uma variabilidade e com as incertezas dos parâmetros das variáveis que compõem o modelo, como o preço de um litro de leite pago para o produtor, alta variabilidade com baixa incerteza ou então a taxa de aborto devido à neosporose em rebanhos leiteiros, com alta incerteza. Essas distribuições podem ser utilizadas diretamente no modelo ou através de amostragem randômica, onde vários modelos diferentes são rodados resultando em uma variação da resposta que estamos estudando, criando um intervalo de confiança dos valores, dada sua incerteza de ocorrência (Henriques *et al.*, 2004).

A última diferença dos modelos que devemos considerar e se esse será de otimização ou de simulação. O modelo de otimização determina uma solução ótima, dado os objetivos do modelo, as suas restrições e variáveis. Um modelo de simulação calcula o valor de uma variável resposta, por exemplo, o custo de aborto devido à presença do *Neospora caninum* em rebanhos leiteiros de Minas Gerais, a partir de variáveis pré-definidas, como tamanho de rebanho, prevalência animal e custo de apenas um aborto (Dijkhuizen e Morris, 1997; Henriques *et al.*, 2004).

O segundo passo é uma análise dos dados relevantes para a modelagem. A construção do modelo e sua confiabilidade são estritamente dependentes dos dados disponíveis. É reconhecido que não possuímos dados completos sobre a dinâmica das doenças nas propriedades leiteiras, logo, os modelos de simulação são ferramentas extremamente úteis para se criar uma estrutura de estudo e entender quais prioridades devem ser levadas para os estudos empíricos, como ocorrem nos estudos de Bennett *et al.*, (1999) e Bennett, (2003), em que mais de 30 doenças tiveram seus custos simulados, criando um escalonamento de doenças a serem tratadas como prioridade em um plano macroeconômico, saindo do plano teórico para o prático.

Para os casos de variáveis de alta complexidade em que poucos dados estão disponíveis, o auxílio de profissionais denominados experts em uma doença auxilia na aproximação dos valores das variáveis que compõem a modelagem. É perfeitamente plausível, na incerteza da estimativa de um valor, restringir sua variação para um patamar confiável através das informações de pesquisadores, do que manter uma amplitude muito elevada destes valores, podendo superestimar o estudo (Bennett, 2003). Uma vez o modelo pronto, a análise de sensibilidade avaliará o impacto que essas variáveis complexas trazem ao modelo, determinando se estas devem ser mudadas ou não.

O terceiro passo é a construção teórica do modelo, sendo normalmente um procedimento demorado e complexo. O modelo pode ser construído através de uma metodologia denominada

de aproximação de baixo para cima do inglês “bottom-up”, começando o modelo pelos componentes e variáveis de menor organização até se chegar à variável final de resposta; outro método utilizado é o de cima para baixo, do inglês “top-down”, que começa a ser construído com uma representação total do sistema que vai sendo simplificado até o modelo atender os objetivos iniciais do trabalho (Dijkhuizen e Morris, 1997).

O quarto passo é o processo de validação do modelo, considerado um passo importante, porém muito difícil de ser alcançado. A questão chave é julgar o quanto o modelo consegue simular da realidade sem deixar de ser simples o bastante para ser criado matematicamente e, posteriormente, explicado. Um modelo total, por exemplo, criado para avaliar o impacto econômico em um sistema de produção animal, como um rebanho leiteiro, com todas as suas particularidades e inter-relações, é impossível de ser criado. Há necessidade de modelos específicos para cada doença e, dentro de cada doença, estimar os custos diretos associados e por fim, tentar estimar alguns fatores indiretos. A realidade total seria de difícil modelagem e muitos fatores deveriam constar neste modelo (Dijkhuizen e Morris, 1997; Henriques *et al.*, 2004; Rushton, 2009).

Um modelo passa a ser válido quando as possíveis decisões tomadas através de seu resultado final são similares àquelas que seriam tomadas em uma situação real, o que nem sempre é possível de ser avaliado devido às questões de custo e ética. O modelo deve passar por um processo de validação interna, durante o processo de construção do modelo todas as suposições levantadas devem estar em concordância com a literatura e experiências práticas, possuindo então uma base lógica de construção. O processo de validação externa cria uma base de comparação do modelo simulado com as situações reais, feitas por especialistas em gestão sanitária e doenças (Henriques *et al.*, 2004; Rushton, 2009).

O quinto passo ocorre após a simulação do modelo criado, compreendendo a realização de uma análise denominada análise de sensibilidade. Este é um passo muito importante na determinação de quais variáveis que compõem o modelo possuem maiores impactos no resultado final da modelagem. A partir desta determinação podemos verificar quais variáveis, como por exemplo, preço do litro de leite, quantidade de leite perdido, taxa de aborto, custo com medicamentos, possuem maior relação com a resposta final, que seria o custo direto da neosporose em rebanhos leiteiros (Dijkhuizen e Morris, 1997).

Sabendo que cada variável possui certa incerteza e sendo mais simples determinar, por exemplo, o preço do litro de leite pago ao produto do que o percentual de queda da produção leiteira associada à neosporose, podemos então criar diferentes cenários a partir da análise de sensibilidade, já que sabemos diretamente quais variáveis impactam mais o resultado final. Se esta for uma variável de alta incerteza, é prudente definir diferentes valores para esta a partir de dados da literatura e opinião de pesquisadores experts (Dijkhuizen e Morris, 1997; Bennett, 2003).

O sexto passo é a utilização do modelo no suporte de decisões. A partir do momento que o modelo é aceito, ele deve responder aos objetivos de sua criação. Estas respostas podem ser úteis tanto em uma pesquisa científica, como para um suporte de decisão dentro do planejamento e gestão de uma propriedade leiteira (Dijkhuizen e Morris, 1997; Otte e Chilonda, 2000; Henriques *et al.*, 2004; Rushton, 2009).

3.8 – MODELAGEM COM SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO

Na modelagem com simulação de Monte Carlo, os valores das variáveis que compõem o modelo matemático são obtidos a partir de distribuições de probabilidade de ocorrência, dado o grau de incerteza de cada uma. Cada conjunto de amostra das variáveis e as suas probabilidades de ocorrência é chamado de iteração, e não interação, sendo o resultado produzido a partir de todas as possíveis iterações registradas no modelo. A simulação de Monte Carlo realiza este processo centenas de milhares de vezes, e o resultado final disso é uma distribuição de densidade de probabilidade dos resultados. Dessa forma, a simulação de Monte Carlo fornece um quadro mais abrangente e confiável do possível cenário. Não só informa o que poderá ocorrer, mas também a probabilidade de ocorrência (Donatelli e Konrath, 2005; Abadie e Chamorro, 2013).

A simulação de Monte Carlo proporciona uma série de vantagens em relação a uma análise determinística (Donatelli e Konrath, 2005):

- i. Resultados probabilísticos: os resultados, além de demonstrar valores de ocorrência, demonstram a probabilidade de cada ocorrência;
- ii. Resultados gráficos:
- iii. Análise de sensibilidade: com a simulação de Monte Carlo, é fácil verificar quais variáveis de entrada do modelo possuem maior efeito para os resultados finais e, assim, podemos trabalhar melhor com as variáveis que compõem o modelo;
- iv. Análise de cenário: nos modelos determinísticos é difícil modelar diferentes combinações de valores para diferentes entradas do modelo e, assim, verificar os efeitos em cenários efetivamente diferentes. Ao utilizar a simulação de Monte Carlo, pode-se verificar exatamente os valores de cada variável de entrada na ocorrência de determinado resultado. Essa informação é valiosíssima ao se aprofundar uma análise;
- v. Correlação das variáveis de entrada. Na simulação de Monte Carlo, é possível modelar relações interdependentes entre as variáveis de entrada do modelo. Isso é particularmente importante para fins de exatidão, para representar quando certos fatores aumentam, outros tendem a subir ou cair.

3.9 – A CADEIA PRODUTIVA DE LEITE NO BRASIL

A cadeia produtiva de leite no Brasil é composta por dois grandes grupos: os produtores empresariais especializados, encontrados em pequeno número, mas com grande produtividade e volume de leite produzido e o grupo de pequenos produtores, composto de muitos produtores, porém não especializados, com vendas de pequenos volumes individuais de leite, de baixo custo e, geralmente, qualidade, porém correspondente por parte significativa do total produzido no Brasil (Cepea, 2011).

Segundo dados mais recentes da Pesquisa Pecuária Municipal (IBGE, 2013), entre os anos de 2000 e 2012 a taxa média de crescimento do número de vacas ordenhadas no Brasil foi de 2,41% enquanto que a taxa média de leite in natura produzido foi de 4,51%, demonstrando uma melhora significativa na produtividade do setor de bovinocultura de leite, conforme observado na Figura 6.

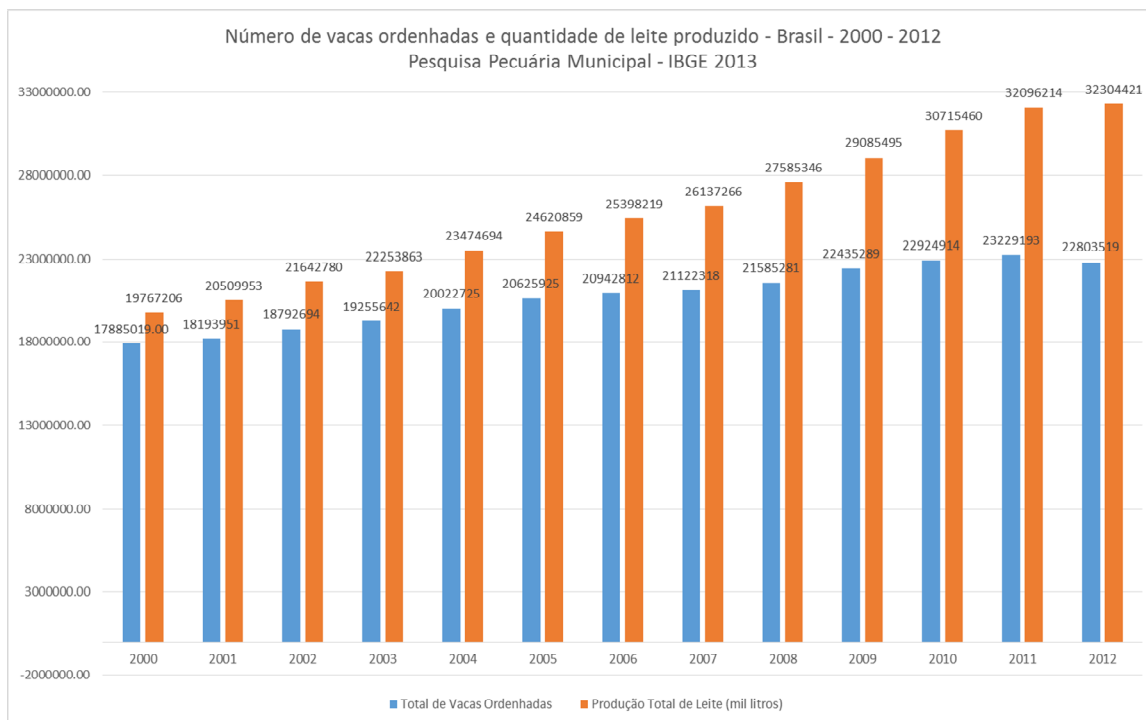


Figura 6. Total de Vacas Ordenhadas e Quantidade de Leite produzido no Brasil entre os anos de 2000 a 2012 segundo dados da Pesquisa Pecuária Municipal Fonte: Pesquisa Pecuária Municipal 2012. IBGE, 2013.

Dados do último Censo Agropecuário Brasileiro, do ano de 2006 (IBGE, 2006), demonstrava a existência de 1.349.326 estabelecimentos agropecuários produzindo leite. A produção total de leite para o ano de 2013 foi de 34.2 bilhões de litros de leite com valor de produção estimado em R\$ 32 bilhões, empregando mais de quatro milhões de trabalhadores diretamente na produção primária, dentro das propriedades (IBGE, 2015).

Entre os anos de 2011 e 2012 observou-se uma taxa de crescimento de 0,6% (IBGE, 2013), a menor taxa de crescimento dos últimos 12 anos, ocorrendo inclusive uma diminuição do número de vacas ordenhadas. (IBGE, 2015).

Segundo publicação do Centro de Estudos em Economia Aplicada (CEPEA, 2011), o elo da cadeia produtiva do agronegócio do leite brasileiro é constituído da:

- i. Produção primária – grandes e pequenos produtores;
- ii. Indústria de transformação do leite;
- iii. Redes varejistas de distribuição;

Neste contexto, a indústria brasileira de laticínios é a responsável pela compra da matéria-prima, pelo processamento, produção e venda dos derivados lácteos. O setor é formado por empresas com características bastante distintas:

- i. Indústrias multinacionais, compostas por grandes grupos controlados por capital externo;
- ii. Indústrias nacionais, de diferentes portes e de número expressivo;
- iii. As pequenas, médias e grandes cooperativas de produtores de leite;
- iv. Os agentes que comercializam leite no mercado *spot* que admitem apenas transações em que a entrega da mercadoria é imediata e o pagamento é feito à vista.

As transformações ocorridas na economia brasileira ao longo dos últimos anos, como o aumento do poder aquisitivo da população e busca por melhores alimentos exigiu um aumento do volume produzido e especialmente de qualidade da produção, e ao mesmo tempo, houve uma necessidade de recuo dos custos de produção para o sistema produtivo do leite para assim aumentar o lucro do produtor (CEPEA, 2011).

As principais mudanças observadas foram:

- i. Maior especialização do setor produtivo;
- ii. Necessidade do aumento da produtividade via novas tecnologias;
- iii. Redução do número de produtores, porém agora mais especializados;
- iv. Melhora da qualidade do produto primário;
- v. Aumento de escala de produção;
- vi. Redução na sazonalidade da produção leiteira devido à demanda industrial.

Essas mudanças afetaram a estrutura produtiva da cadeia, refletindo em um aumento de renda ao produtor nos últimos anos. Porém, ainda que o Brasil seja um grande produtor mundial de leite, temos de recorrer às importações, sobretudo devido a sua baixa produtividade por animal. Enquanto a produtividade (Kg de leite/vaca/dia) no Brasil fica em torno de 4,88 litros, os produtores batem as marcas de 25,44 litros nos Estados Unidos e de 23 litros no Canadá segundo dados da USDA/ScotConsultoria.

Este novo contexto expõe a necessidade de profissionalização do produtor rural a fim de se manter economicamente sustentável na atividade. Questões gerenciais como o conhecimento dos custos de produção e do custo sanitário, se tornam cada vez mais relevantes no planejamento e no processo decisório da gestão de uma propriedade (Bennett, 2003). Ainda é pequeno o número de produtores que realizam com profissionalização as atividades de gerenciamento da produção de leite, tais como registro de receitas e despesas, estabelecimento de metas, controle do volume produzido e avaliação dos resultados (CEPEA, 2011).

A complexa estrutura da Cadeia Produtiva do Leite no Brasil envolve:

- i. Insumos de produção: onde estão contempladas as empresas fornecedoras de medicamentos veterinários, adubos e fertilizantes, defensivos químicos, sal mineral, sementes e mudas, energia elétrica, material genético, equipamentos de ordenha e refrigeração, máquinas agrícolas, de embalagens, refrigeração, maquinário para indústrias e laticínios, fermentos lácteos, veículos para coleta, transporte e

- armazenamento, insumos em geral, dentre outros;
- ii. Unidades de produção primária: onde se estima que existam atualmente cerca de 1,3 milhões de propriedades agrícolas produtoras de leite com mais de quatro milhões de pessoas empregadas;
 - iii. Unidades de comercialização intermediária: Associações de produtores de leite, que atuam fazendo o processo de refrigeração do leite e/ou coleta de forma coletiva, para comercialização do leite junto às cooperativas e laticínios, e realizando compra coletiva de insumos e contratação de serviços de assistência técnica e outros;
 - iv. Unidades de beneficiamento/transformação: Laticínios privados, empresas de portes diferenciados, do grande ao pequeno, responsáveis pela aquisição e beneficiamento de cerca de 60% da produção de leite formal do Brasil;
 - v. Instituições e empresas de pesquisa, fomento, capacitação e assistência técnica voltada para a atividade leiteira;
 - vi. Unidades de comercialização final: redes atacadistas, supermercados, empresas de alimentos, padarias, lanchonetes, bares e restaurantes.

Segundo pesquisa publicada no ano de 2011, pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), cujo trabalho culminou com a estimativa do Produto Interno Bruto (PIB) da cadeia produtiva da pecuária leiteira no Brasil, tomando-se como base os cálculos das Contas Nacionais do ano de 2007, a cadeia produtiva de leite foi estimada em R\$ 34,3 bilhões.

A partir da estimativa do valor da cadeia produtiva de leite para o ano de 2007, o estudo estimou os valores compreendendo os anos de 2001 a 2009, apresentados na Tabela 1. A evolução do PIB da cadeia produtiva do leite indica um pequeno aumento do valor da cadeia, partindo de R\$ 33,5 bilhões em 2001 para R\$ 34,5 bilhões em 2009, (dados mais recentes), crescimento de 3,1% em nove anos.

Diante destes dados, verifica-se que o valor da cadeia não acompanhou o crescimento do volume de produção do leite in natura, que aumentou 70% no mesmo período, saindo de 19 bilhões de litros em 2000 para 32,3 bilhões de litros em 2012, demonstrando que o crescimento do custo de produção acompanhou de perto o aumento do preço do litro de leite pago ao produtor.

Tabela 1. Produto Interno Bruto dos setores da cadeia do Leite de 2001 a 2009 no Brasil.

	Insumos	Agropecuária	Agroindústria	Serviços	Valor da Cadeia (milhões de reais)
2001	1.063	5.619	16.956	9.884	33.521
2002	1.136	5.443	15.332	10.264	32.175
2003	1.154	6.298	15.441	10.980	33.873
2004	1.211	6.562	16.738	11.416	35.927
2005	1.264	7.586	18.961	13.532	41.342
2006	1.267	6.681	8.201	12.349	28.498
2007	1.352	10.444	9.568	12.978	34.342
2008	1.550	10.273	9.680	14.404	35.907
2009	1.446	10.347	7.615	15.168	34.575

Fonte: CEPEA, (2011)

Quando observamos os números apenas da atividade agropecuária primária, dentro das porteiras, o período de 2001 a 2009 foi de crescimento, passando dos R\$ 5,6 bilhões em 2001 para R\$ 10,4 bilhões em 2009, crescimento de 84,1% em nove anos conforme visto na Tabela 2. Porém, verifica-se grande flutuação das taxas de crescimento ano a ano, já que este é um setor muito susceptível as condições econômicas, e estas flutuações podem levar os pequenos produtores, os que não possuem um plano gerencial em longo prazo, a ter que encerrar suas atividades em um ano de recuo acentuado na produção e no preço do litro de leite (CEPEA, 2011).

Tabela 2. Taxas de crescimento (%) real dos Produtos Internos Brutos dos segmentos da cadeia do leite no Brasil – 2001 até 2009.

	Insumos	Agropecuária	Agroindústria	Serviços	Cadeia Produtiva
2002/2001	6,90	-3,14	-9,57	3,85	-4,02
2003/2002	1,58	15,70	0,71	6,98	5,28
2004/2003	4,91	4,21	8,40	3,97	6,06
2005/2004	4,39	15,59	13,28	18,53	15,07
2006/2005	0,29	-11,93	-56,75	-8,74	-31,07
2007/2006	6,65	56,32	16,67	5,10	20,51
2008/2007	14,69	-1,63	1,17	10,98	4,56
2009/2008	-6,75	0,72	-21,34	5,31	-3,71
Acumulado	36,04%	84,13%	-55,09%	53,46%	3,14%

Fonte: CEPEA, (2011).

Apesar de toda a flutuação normalmente vista das taxas de crescimento do setor primário, o período demonstrou um aumento da renda do produtor devido à constante ampliação do volume produzido de leite *in natura* (48,3%) entre os anos de 2001 e 2009, e também dos preços pago ao produtor, conforme demonstrado na Figura 7. Durante esse período, os preços nominais aumentaram mais de 120%, e como a inflação no período foi de 95,6%, o crescimento real do valor do litro de leite pago ao produtor foi de 12,6% (CEPEA, 2011; CEPEA, 2013; CEPEA, 2014).

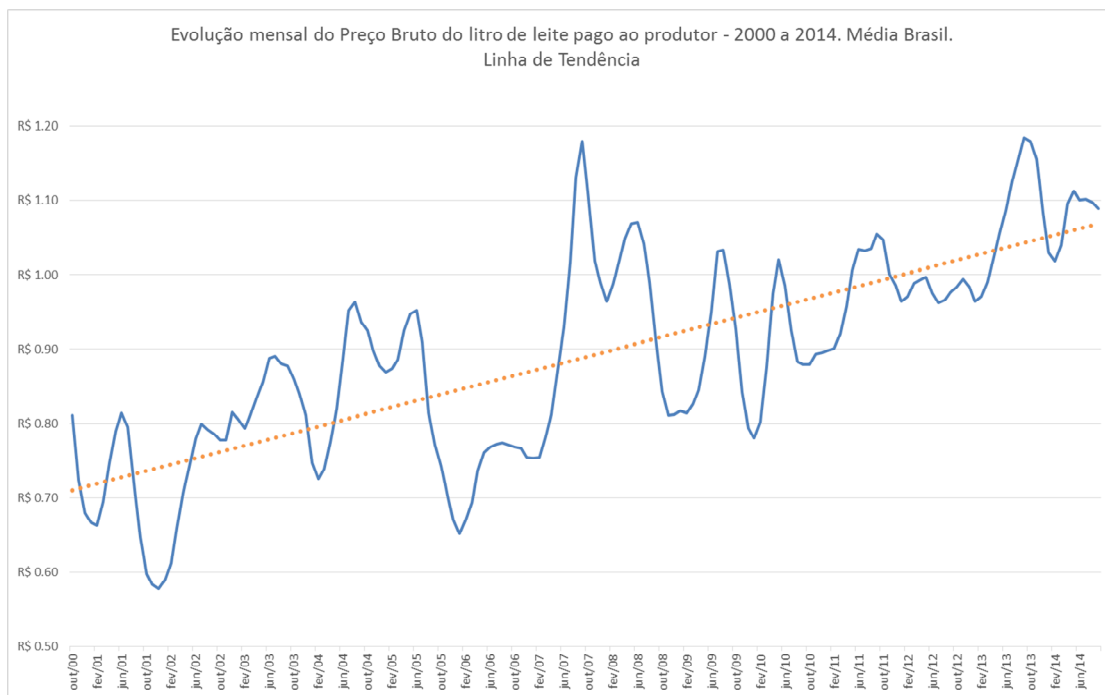


Figura 7. Evolução do preço bruto do litro de leite pago ao produtor entre os anos de 2000 e 2014 no Brasil. Fonte: CEPEA, (2014).

Dados de 2012 demonstraram um crescimento de 1,5% da cadeia produtiva de leite, impulsionado, sobretudo, por dois cenários - um aumento do volume produzido, 3,2% maior que em 2011 e um aumento significativo do preço do leite pago ao produtor, visto principalmente a partir dos últimos quatro meses do ano de 2012. Este avanço no preço pago ao produtor teve continuidade até outubro de 2013, após estabilidade dos preços entre janeiro de 2011 a agosto de 2012, chegando a um valor médio de R\$ 1,18 por litro em setembro de 2013, maior valor dos últimos anos, conforme observado na Figura 7 (CEPEA, 2013).

Após este crescimento, o final do ano de 2013 e início de 2014 apresentou um momento de queda no preço do litro de leite pago ao produtor, chegando a R\$ 1,11 em maio de 2014, porém aumentando novamente até outubro de 2014. A linha de tendência da Figura 7 demonstra que apesar da sazonalidade normal mês a mês do preço do litro de leite, a tendência na série histórica é de elevação dos preços com menos momentos de pico a partir de 2010. Especialmente os anos de 2013 e 2014 se apresentaram favoráveis aos produtores de leite no Brasil, mesmo com o elevado patamar de custos de produção atingido em todo o ano de 2012 e persistindo até 2014 (CEPEA, 2014).

A forte alta nos preços do leite pagos ao produtor, que na média do Brasil, passou de R\$ 0,98 em janeiro de 2013 para R\$ 1,11 / litro em maio de 2014 (Fig. 7), está atrelada basicamente a alta demanda das indústrias pela matéria prima. A partir de junho de 2014, os valores pagos pelo litro do leite passaram a ser menores dos ocorridos em 2013 (Figura 8), em média 8,9% inferior, diminuindo assim o lucro do produtor, porém, mesmo com esta queda, os valores praticados em 2014 estão acima dos observados entre 2009 a 2012.

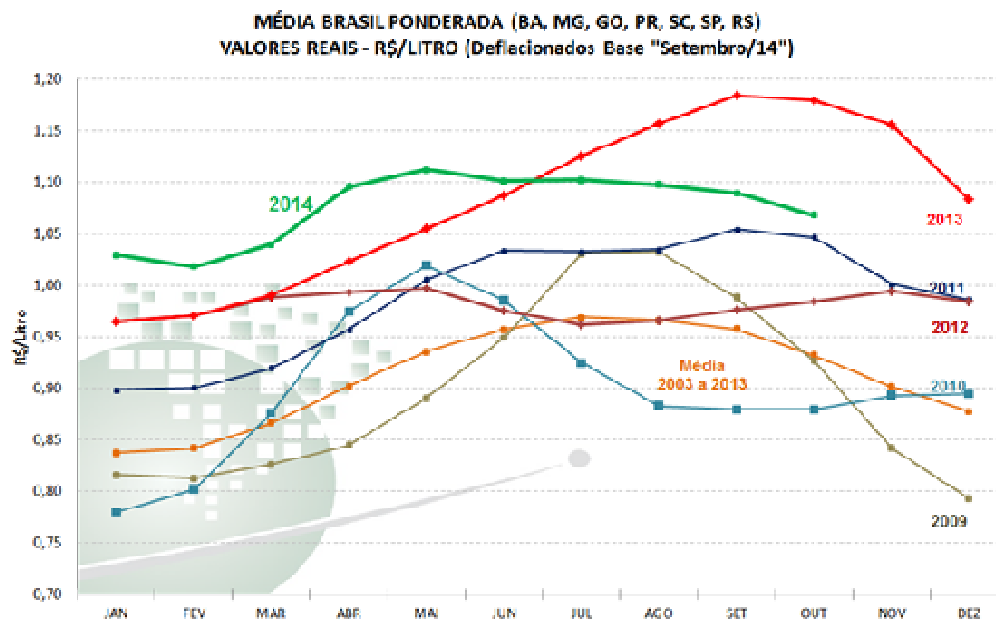


Figura 8. Evolução da média do preço do litro de leite pago ao produtor no Brasil. Retirada do site Cepea-Esalq/USP.

Em agosto de 2014, (CEPEA, 2014), o Índice de captação de leite demonstrou um total de 177 milhões de litros de leite captados, alta de 5,41% em relação a julho de 2014 e de 16% em relação a agosto de 2013. O estado com maior aumento percentual foi Santa Catarina (13,3%), seguido do Rio Grande do Sul (9,1%), Paraná (6,5%), Bahia (2,7%), Minas Gerais (2,6%), São Paulo (2,5%) e Goiás (2%). Este aumento de captação e conseqüentemente da oferta, acaba por pressionar a queda dos preços do litro de leite observada em 2014 quando comparado a 2013.

Os trabalhos desenvolvidos pelo CEPEA (2014) com o apoio da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil têm demonstrado que, dentre os sistemas com diferentes níveis de tecnologia e gestão empregada, aqueles com baixa e ineficiente tecnologia conseguem cobrir somente, e quando possível, os Custos Operacionais Efetivos (COE). A receita total gerada, porém não é suficiente para pagar depreciações dos bens de produção ou sequer gerar lucro.

Em situação distinta estão aquelas propriedades que produzem e administram a atividade leiteira com correto emprego de tecnologia e gestão sanitária. Estas se mostram rentáveis e comprovam que investir em gerenciamento e produtividade é um caminho necessário para melhorar a rentabilidade do produtor e atender a demanda interna. Neste contexto o controle sanitário dentro dos rebanhos é de fundamental importância.

No acumulado de dezembro de 2013 até agosto de 2014, o Custo Operacional Efetivo (COE) teve aumento de 2,28% em média no Brasil e o preço do litro de leite manteve-se praticamente estável no agregado dos meses. Dentre os custos, a suplementação mineral merece destaque, pois é a despesa com a maior alta acumulada neste ano, de 8,15%, seguido do “custo com a mão-de-obra contratada”, que teve reajuste de 7,91%. Já o concentrado, maior participação percentual do COE, teve alta acumulada de 1,63% até agosto de 2014.

A Figura 9 demonstra os itens que compõe o COE da pecuária de leite no Brasil e seu percentual de participação no custo para o produtor em agosto de 2014. Os maiores custos da produção leiteira estão relacionados à aquisição de concentrados e mão de obra necessária para o manejo. É importante ressaltar que a assistência técnica representa apenas 1,49% do custo do leite, valor que reflete a baixa tecnologia empregada na produção. Gastos com medicamentos, apesar de não especificar quais gastos seriam, representam 3,7% do COE (CEPEA, 2014). Dados canadenses demonstram gastos de 2,8% com assistência técnica (ALBERTA, 2013) e nos Estados Unidos este percentual chega a 2,9% do custo por animal em lactação, praticamente o dobro do observado no Brasil (Dhuyvetter *et al.*, 2014).

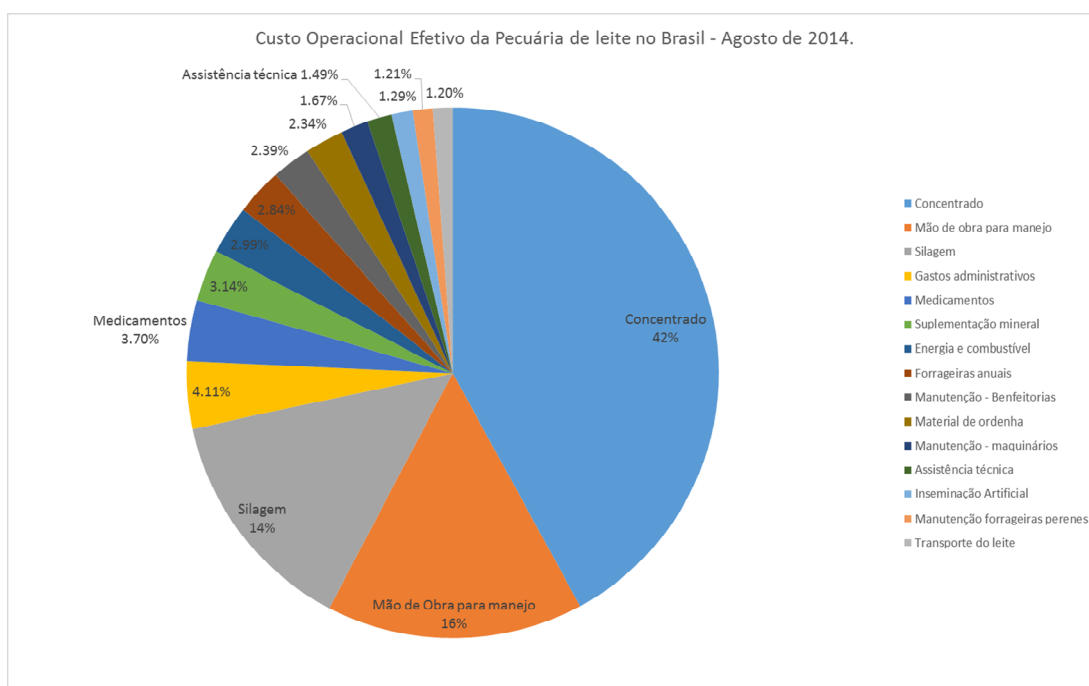


Figura 9. Composição do Custo Operacional Efetivo da Pecuária de Leite no Brasil em agosto de 2014. Fonte: CEPEA, (2014).

Programas sanitários e gerenciais de maior eficiência poderiam melhorar tanto os gastos com os medicamentos como os desperdícios com concentrado, gerando um lucro maior ao produtor.

Conforme observado na Tabela 3, para o ano de 2022 a projeção de consumo de leite no Brasil ultrapassará a casa dos 40 bilhões de litros de leite. Para se alcançar essa meta de produção, e assim não recorrer às importações, muitos recursos em tecnologia, gerenciamento da propriedade e sanidade animal deve ser destinado às propriedades leiteiras.

Tabela 3 – Projeções de produção, consumo e exportação de Leite no Brasil entre. 2013 e 2022.

Ano	Produção de Leite			Consumo de Leite			Importação		Exportação	
	Projeção	L.inf.	L.sup.	Projeção	L.inf.	Lsup.	Projeção	L.sup.	Projeção	L.sup.
2012/13	33.261	31.690	34.831	34.149	31.645	36.654	1.246	3.422	125	848
2013/14	33.950	31.808	36.092	34.833	31.678	37.987	1.260	3.925	125	1.011
2014/15	34.620	31.995	37.246	35.510	31.805	39.216	1.274	4.352	125	1.149
2015/16	35.285	32.241	38.328	36.183	31.992	40.375	1.288	4.730	126	1.270
2016/17	35.947	32.532	39.361	36.855	32.226	41.483	1.303	5.072	126	1.379
2017/18	36.608	32.857	40.358	37.526	32.497	42.554	1.317	5.389	126	1.480
2018/19	37.268	33.209	41.328	38.197	32.797	43.596	1.331	5.684	127	1.574
2019/20	37.929	33.582	42.275	38.867	33.121	44.614	1.346	5.962	127	1.662
2020/21	38.589	33.974	43.205	39.538	33.464	45.612	1.360	6.226	127	1.745
2021/22	39.250	34.380	44.120	40.208	33.824	46.593	1.374	6.478	128	1.825

Fonte: Mapa e SGE/Embrapa com dados da Embrapa Gado de Leite e LSPA/IBGE. L.inf (limite inferior), L.sup (limite superior).

3.10 NEOSPORA CANINUM

O *Neospora caninum* é um protozoário intracelular do *phylum* Apicomplexa e família *Sarcocystidae*, com características muito próximas a protozoários de interesse veterinário como o *Toxoplasma gondii* e *Sarcocystis spp.*. Inicialmente o parasito foi descrito em cães, no ano de 1984, (Bjerkås *et al.*, 1984) e bezerros que apresentavam um quadro de mieloencefalite ao nascer. Apenas em 1988 o protozoário foi isolado e corretamente identificado por Dubey *et al.*, (1988).

Nos canídeos silvestres e domésticos o protozoário pode causar sintomas neurológicos, já nas vacas, e ocasionalmente cabras, ovelhas e búfalas, o aborto é o principal sintoma manifestado (Dubey *et al.*, 2007). Nos equinos a doença clínica, com quadros neurológicos, tem sido associada principalmente pela espécie *Neospora hughesi* (Marsh *et al.*, 1998) um potencial agente etiológico da mieloencefalite protozoária.

Trabalhos relataram a presença de anticorpos em guaxinins, camelos, suínos, cavalos, gatos, raposas, aves e diversos animais selvagens, o que pode representar um fator de risco devido a uma maior proximidade dos animais de produção com animais de vida livre (Dubey, 2003; Mineo *et al.*, 2011; Darwich *et al.*, 2012).

3.11 - HOSPEDEIROS E FASES INFECCIOSAS DO NEOSPORA CANINUM

O parasito possui um ciclo de vida denominado heteróxico, pois possui a capacidade de desenvolver-se em mais de um hospedeiro. Os coiotes (*Canis latrans*), cães (*Canis familiaris*), dingos (*Canis lupus dingo*) e lobos (*Canis lupus*) são os hospedeiros definitivos reconhecidos para o protozoário (McAllister *et al.*, 1998; Gondim *et al.*, 2004; King *et al.*, 2010). Os bovinos, ovinos, caprinos, bubalinos, equinos e uma grande variedade de animais de sangue quente atuam como hospedeiros intermediários.

O protozoário apresenta três estágios infecciosos que são denominados de:

- i. Taquizoíta;
- ii. Bradizoítas;
- iii. Esporozoítas.

O taquizoíta é a forma de multiplicação rápida e de fase aguda, podendo infectar e se multiplicar em neurônios, células endoteliais, células hepáticas e no trofoblasto da placenta. O bradizoíta é a forma de multiplicação lenta, sendo encontrado dentro de cistos tissulares em tecidos de animais infectados. Em fetos bovinos e bezerros infectados, os cistos podem ser encontrados no cérebro e medula espinhal. Tanto a forma de taquizoíta quanto a bradizoíta ocorrem nos tecidos dos hospedeiros intermediários e definitivos, sendo que o hospedeiro definitivo adquire a infecção através da ingestão de tecidos contaminados, geralmente fetos e restos placentários, contendo os cistos tissulares com bradizoítas (Dubey *et al.*, 2007).

A forma de esporozoíta ocorre dentro de oocistos, forma considerada essencial para a epidemiologia da doença, excretados apenas pelas fezes dos hospedeiros definitivos, canídeos domésticos e selvagens, na forma não esporulada que se esporulam em menos de 24 horas após serem eliminados no ambiente (Reichel *et al.*, 2006; Reichel *et al.*, 2007; Dubey e Schares, 2011). Os oocistos possuem certa resistência no ambiente segundo trabalhos atuais, porém não completamente entendida (Uzeda *et al.*, 2007 e Neto *et al.*, 2011). Ao contaminar o ambiente do hospedeiro intermediário, como os bovinos, estes podem ingerir os oocistos tornando-se infectados.

Estudos demonstraram a importância dos restos de tecidos placentários de vacas infectadas como fonte de infecção para os cães, mantendo assim o ciclo do parasito dentro do rebanho e dispersando para rebanhos vizinhos. Piergili Fioretti *et al.*, (2003) isolaram amostras do parasito viáveis em apenas 20 gramas de placenta de vacas infectadas durante três gestações consecutivas, enquanto que Dijkstra *et al.*, (2001) demonstraram que cães alimentados com placentas de vacas infectadas posteriormente eliminaram oocistos em grandes quantidades pelas fezes.

3.12 – MECANISMOS DE TRANSMISSÃO DO *NEOSPORA CANINUM*

A transmissão da neosporose em bovinos ocorre de forma muito eficiente. Tanto a via horizontal quanto a via vertical são formas importantes de infecção. A transmissão horizontal ocorre quando o bovino ingere a forma esporulada do oocisto, que foi liberada pelo hospedeiro definitivo através das fezes em um local que o bovino se alimenta, como o pasto, ou uma fonte de água. A transmissão vertical ocorre entre a fêmea infectada e o feto, através dos taquizoítos presentes na placenta, sendo a via responsável por difundir e perpetuar a infecção em um rebanho (Dubey *et al.*, 2007).

A transmissão pós-natal e transmissão congênita são termos relacionados na literatura com a transmissão horizontal e vertical, respectivamente. Recentemente, os termos transmissão exógena transplacentária e transmissão endógena transplacentária foram propostas para melhor descrever a origem e a rota de infecção nos fetos bovinos (Trees e Williams, 2005).

A transmissão exógena transplacentária ocorre após a infecção primária através de oocistos liberados pelo hospedeiro definitivo no ambiente e a consequente infecção de uma vaca. A transmissão endógena transplacentária ocorre em rebanhos infectados persistentemente, que

após o reaparecimento da infecção durante a gestação da vaca previamente infectada transmite o parasito para o feto, que passa a ser infectado (Pare *et al.*, 1996; Dubey, 2003; Trees e Williams, 2005, Almería e Lopez-Gatius, 2013).

A transmissão vertical ou endógena pode levar ao aborto ou ao nascimento de um bezerro saudável, porém infectado persistentemente. A persistência da infecção no rebanho ao longo do tempo é alcançada principalmente através da transmissão vertical, podendo a vaca infectada transmitir a infecção por várias gerações consecutivas ou de forma intermitente. Vários trabalhos ao redor do mundo relatam altas taxas de infecção vertical – 40,70% (Pan *et al.*, 2004), 44% (Bergeron *et al.*, 2000), 63% (Romero e Frankena, 2003), 73% (Dijkstra *et al.*, 2003), 81% (Pare *et al.*, 1996), 85% (Björkman *et al.*, 2003) e 93% (Schaes *et al.*, 1998).

No Brasil, Santos *et al.*, (2012) observaram uma taxa de transmissão vertical de 29% em rebanhos leiteiros de Minas Gerais. Cardoso *et al.*, (2012) em rebanhos leiteiros de São Paulo relataram taxas de 50%, 83% e 84% em diferentes localidades e Hein *et al.*, (2012) relataram uma taxa de 70% em rebanhos leiteiros do Rio Grande do Sul. As taxas de infecção vertical tendem a diminuir com o aumento do número de lactações das vacas, sugerindo que estes animais desenvolvem uma imunidade preventiva para a transmissão endógena (Dijkstra *et al.*, 2003; Romero e Frankena, 2003).

Apesar da transmissão vertical ser a rota principal e mais comum em rebanhos leiteiros, modelos teóricos demonstram que a infecção não seria sustentada sem a transmissão horizontal (French *et al.*, 1999). Estudos brasileiros demonstram taxas de transmissão horizontal em torno de 2,5% em rebanhos de Minas Gerais (Santos *et al.*, 2012) e de 3,8% em rebanhos leiteiros de São Paulo (Piagentini *et al.*, 2003). Cardoso *et al.*, (2012) cita que apesar de ser importante, a transmissão horizontal geralmente ocorre em pequenas taxas nos rebanhos leiteiros e aumenta o risco de uma vaca se tornar soropositiva ao longo dos anos que permanece no rebanho.

As diferenças observadas nas taxas de transmissão horizontal de cada estudo devem ser entendidas como uma expressão das diferentes formas de manejo dos animais e exposição a cães, hospedeiros definitivos, que estão presentes na grande maioria das propriedades leiteiras do Brasil.

Alguns poucos estudos brasileiros demonstram as prevalências da infecção pelo *Neospora caninum* em cães: sendo positivos 20% dos cães de áreas rurais de Goiás (Filho *et al.*, 2008), 33% dos cães em propriedades leiteiras do Paraná (Locatelli-Dittrich *et al.*, 2008), 10% no nordeste de São Paulo (Varandas *et al.*, 2009) e aproximadamente 10% dos cães no Sul de Minas Gerais (Nogueira, 2013).

A transmissão horizontal é associada aos seguintes cenários epidemiológicos:

- i. Surtos dos casos de aborto, em que uma infecção pontual e horizontal deve ocorrer para a introdução do parasito em um rebanho anteriormente livre. A entrada de apenas uma vaca positiva no rebanho não causaria um surto de aborto, estaria, inicialmente, ligado ao animal inserido no rebanho;
- ii. Aumento da soropositividade de animais do rebanho com o passar dos anos, devido à exposição ao risco de infecção horizontal e vertical;

Assim Schares *et al.*, (1998), inferiram que a transmissão vertical está relacionada aos casos endêmicos de neosporose e a transmissão horizontal está associada aos casos de surtos epidêmicos. Dubey *et al.*, (2007), relataram que os exames sorológicos de animais em propriedades com surtos de abortos apontam uma infecção recente para a neosporose. Uma transmissão vaca a vaca ainda não foi citada na literatura e aparenta não ser uma via importante de transmissão.

A transmissão através do leite já foi demonstrada experimentalmente (Davison *et al.*, 2001), porém não aparenta ser uma via de ocorrência natural e devido a este fato, sua importância é pequena (Dubey, 2003; Dubey *et al.*, 2007; Dubey e Schares, 2011). O mesmo cenário é visto na transmissão venérea ou através da transferência de embrião (Anderson *et al.*, 2000).

3.13 – MANIFESTAÇÃO CLÍNICA DO *NEOSPORA CANINUM* EM BOVINOS

O aborto é o principal sinal clínico manifestado por vacas infectadas por *Neospora caninum* em rebanhos leiteiros e de corte. A morte fetal ocorre geralmente entre o terceiro e oitavo mês de gestação e o feto abortado apresenta moderado grau de autólise. Os fetos mortos antes do quinto mês de gestação podem ser mumificados e ficarem retidos no útero por vários meses, já os fetos ao morrerem em estágio inicial de desenvolvimento podem ser reabsorvido fazendo com que a vaca apresente um novo cio. O pico de anticorpos é observado entre o quarto e quinto mês antes do parto e tende a declinar em até dois meses pós-parto ou aborto (Stenlund *et al.*, 1999).

Os bezerros nascidos infectados podem se apresentar clinicamente normais ou com sintomas neurológicos, como dificuldade de movimentação e prostração (Thurmond e Hietala, 1997; Anderson *et al.*, 2000; Trees e Williams, 2005; Dubey *et al.*, 2007, Almería e Lopez-Gatius, 2013).

Os quadros de abortos nas propriedades podem ser endêmicos ou epidêmicos, com casos em que mais de 33% das vacas de rebanhos leiteiros podem abortar com intervalos de apenas poucos meses; e mais de 10% dos casos de aborto em propriedades leiteiras estão infectados pelo parasito (Corbellini *et al.*, 2000; Tiwari *et al.*, 2005; Trees e Williams, 2005; Bartels *et al.*, 2006^b). Os animais soropositivos possuem chances elevadas de apresentar casos de abortos em relação aos animais soronegativos, uma chance até 3.3 vezes maiores em rebanhos brasileiros (Corbellini *et al.*, 2002).

Em um estudo realizado no Canadá no ano de 2005, através da utilização de uma meta-análise, foi relatada uma diferença de 18% no risco de vacas soropositivas abortarem em relação a vacas soronegativas (Haddad, 2005). No Brasil, Reichel *et al.*, (2013) estimaram o custo da doença utilizando como risco específico para abortamento devido a infecção por *Neospora caninum* o valor de 14,3% (IC 95%: 0,6–39,4%).

Apesar de o trabalho possuir abrangência global, os autores reportaram uma indisponibilidade dos dados específicos de abortamento para rebanhos brasileiros, utilizando a média global do risco para a estimativa do custo do abortamento em rebanhos brasileiros, tendo um grande intervalo de confiança, com menor confiabilidade do resultado. Estudo conduzido por Moore *et al.*, (2013) em rebanhos leiteiros da Argentina reportou uma diferença no risco de aborto de 16% (12 – 36%), sendo esta medida de risco específica para o aborto devido ao *Neospora caninum*.

3.14 – PATOGÊNESE

A neosporose bovina é majoritariamente uma doença que acomete o feto e a placenta da vaca infectada. Seu início pode ocorrer através de uma parasitemia materna, desencadeada por uma infecção maternal primária (exógena) ou um reaparecimento de infecção persistente (endógena) durante o quarto e sexto mês de prenhez, momento de maior carência imunológica da vaca (Anderson *et al.*, 2000; Dubey *et al.*, 2007, Almería e Lopez-Gatius, 2013)

3.14.1 – O ABORTO

O processo que leva ao aborto tem seu início através de uma parasitemia tanto advinda da via exógena quanto da via endógena. O parasito se estabelece no septo caruncular maternal após conseguir ultrapassar o vilo placentário. Para que o aborto ocorra, o feto ou a placenta devem sofrer danos decorrentes da multiplicação do parasito ao se instalar na placenta ou no tecido fetal, o que geralmente ocorre entre o quarto e sexto mês de prenhez, período de baixa imunidade celular materna (Dubey *et al.*, 2007; Ghanem *et al.*, 2009, Almería e Lopez-Gatius, 2013).

Uma lesão na placenta induzida pelo parasito pode pôr em risco o feto diretamente, pois a placenta lesada não consegue mais transportar nutrientes e oxigênio ou, ainda, pode mediar à liberação de prostaglandina materna que irá causar um processo de luteólise e, conseqüentemente, aborto. A lesão diretamente no feto pode ocorrer pela multiplicação direta do parasito no tecido fetal. Segundo (Dubey *et al.*, 2007), mais de 20% de todos os abortos que ocorrem no Brasil, Holanda e Estados Unidos podem estar associados à neosporose. A neosporose não é considerada uma causa de esterilidade em vacas leiteiras (Santolaria *et al.*, 2009)

3.15 – NÍVEIS DE INFECÇÃO PELO *NEOSPORA CANINUM* EM REBANHOS LEITEIROS BRASILEIROS

Os estudos de prevalência, frequência e soroprevalência demonstram que o *Neospora caninum* encontra-se presente em todo o território nacional, possivelmente causando alto impacto econômico na bovinocultura de leite e de corte (Corbellini *et al.*, 2002; Sartor *et al.*, 2003; Nicolino, 2011; Barros *et al.*, 2011; Reichel *et al.*, 2013).

O sucesso da produção leiteira está ligado intimamente ao sucesso do manejo reprodutivo, e depende basicamente da interação dos fatores envolvidos no sistema de produção animal: nutrição, sanidade e ambiente. A neosporose sendo uma doença cujo impacto na reprodução é grande, a produção leiteira sofre particularmente forte impacto, e o conhecimento do nível de infecção é o primeiro passo para estimar o custo da doença (Anderson *et al.*, 2000; Nicolino, 2011)

A Tabela 4 demonstra os níveis de infecção para a *Neospora caninum* em trabalhos realizados em rebanhos leiteiros de Minas Gerais, maior produtor de leite em volume, 27,1% do produzido no Brasil e com o maior número de vacas ordenhadas (25,4%) no ano de 2013 segundo dados do IBGE, (2015).

Tabela 4. Níveis de infecção para o *Neospora caninum* em propriedades leiteiras de Minas Gerais.

Estado	Aptidão	Teste Diagnóstico	Prevalência/Frequência	Referência
Minas Gerais	Leite	ELISA	18,66%	Melo <i>et al.</i> , 2001
Minas Gerais	Leite	ELISA	45%	Pituco <i>et al.</i> , 2001
Minas Gerais	Leite	RIFI	34,4%	Ragozo <i>et al.</i> , 2003
Minas Gerais	Leite	ELISA	12,61%	Melo <i>et al.</i> , 2004
Minas Gerais	Leite	RIFI	47%	Santos <i>et al.</i> 2009
Minas Gerais	Leite	RIFI	26,98%	Mendes <i>et al.</i> , 2009
Minas Gerais	Leite	ELISA	21,9%	Nicolino, 2011
Minas Gerais	Leite	RIFI	21,7%	Bruhn <i>et al.</i> , 2013

O segundo maior produtor de leite do Brasil, em volume produzido, é o Rio Grande do Sul, responsável por 13,1% de toda a produção nacional e 6,7% de todas as vacas ordenhadas no país. Os níveis de infecção encontradas no estado estão demonstrados na Tabela 5.

Tabela 5. Níveis de infecção para o *Neospora caninum* em propriedades leiteiras do Rio Grande do Sul.

Estado	Aptidão	Teste Diagnóstico	Prevalência/Frequência	Referência
Rio Grande do Sul	Leite	RIFI	11,2%	Corbellini <i>et al.</i> , 2002
Rio Grande do Sul	Leite	RIFI	18,6%	Ragozo <i>et al.</i> , 2003
Rio Grande do Sul	Leite	RIFI	17,8%	Corbellini <i>et al.</i> , 2006 ^b
Rio Grande do Sul	Leite	ELISA	11,4%	Vogel <i>et al.</i> , 2006
Rio Grande do Sul	Leite	RIFI	12,4%	Lucas <i>et al.</i> , 2007

O Paraná ocupa a posição de terceiro maior produtor de leite em volume, 12,6% do produzido no Brasil e possui 7,4% das vacas ordenhadas no território nacional. A Tabela 6 demonstra os estudos da neosporose em rebanhos leiteiros do estado.

Tabela 6. Níveis de infecção para o *Neospora caninum* em propriedades leiteiras do Paraná.

Estado	Aptidão	Teste Diagnóstico	Prevalência/Frequência	Referência
Paraná	Leite	RIFI	11,7%	Ogawa <i>et al.</i> , 2000
Paraná	Leite	ELISA	34,8%	Locatelli-Dittrich <i>et al.</i> , 2001
Paraná	Leite	RIFI	21,3%	Ragozo <i>et al.</i> , 2003
Paraná	Leite	RIFI	14,3%	Guimaraes Jr. <i>et al.</i> , 2004
Paraná	Leite	RIFI	12%	Ogawa <i>et al.</i> , 2005
Paraná	Leite	ELISA	33%	Locatelli-Dittrich <i>et al.</i> , 2008
Paraná	Leite	RIFI	24,2%	Camillo <i>et al.</i> , 2010
Paraná	Leite	RIFI	24%	Katagiri <i>et al.</i> , 2013

O quarto maior produtor de leite em volume no Brasil é Goiás, 11,1%, e seu rebanho de vacas ordenhadas representa 11,8% do total brasileiro. Apesar da grande representatividade que o estado possui apenas dois trabalhos relatam os níveis de infecção do *Neospora caninum* em rebanhos leiteiros. A Tabela 7 demonstra estes trabalhos.

Tabela 7. Níveis de infecção para o *Neospora caninum* em propriedades leiteiras de Goiás.

Estado	Aptidão	Teste Diagnóstico	Prevalência/Frequência	Referência
Goiás	Leite	RIFI	30,0%	Melo <i>et al.</i> , 2006
Goiás	Leite	ELISA	56,6%	Shultez <i>et al.</i> , 2008

O estado de Santa Catarina aparece como o quinto maior produtor de leite em volume, 8,5%, mesmo com o menor percentual de vacas ordenhadas (4,9%) entre os sete maiores estados produtores de leite do Brasil, demonstrando que no estado existe uma produtividade (média de 2.478 litros por vaca, praticamente mil litros a mais que em Minas Gerais). Apesar desta produtividade elevada, apenas um trabalho relata o nível de infecção em rebanhos leiteiros, conforme visto na Tabela 8.

Tabela 8. Níveis de infecção para o *Neospora caninum* em propriedades leiteiras de Santa Catarina.

Estado	Aptidão	Teste Diagnóstico	Prevalência/Frequência	Referência
Santa Catarina	Leite	RIFI	23,1%	Moura <i>et al.</i> , 2012

O sexto estado com maior produção de leite em volume é São Paulo, 4,8% do total brasileiro. Seu rebanho de vacas ordenhadas representa 6,1% do rebanho nacional. A Tabela 9 demonstra os níveis de infecção para a Neosporose em São Paulo.

Tabela 9. Níveis de infecção para o *Neospora caninum* em propriedades leiteiras de São Paulo.

Estado	Aptidão	Teste Diagnóstico	Prevalência/Frequência	Referência
São Paulo	Leite	RIFI	27,3%	Ragozo <i>et al.</i> , 2003
São Paulo	Leite	-	ELISA – 30% RIFI – 16%	Sartor <i>et al.</i> , 2003
São Paulo	Leite	ELISA	32%	Piagentini <i>et al.</i> , 2003
São Paulo	Leite	ELISA	35%	Sartor <i>et al.</i> , 2005
São Paulo	Leite	RIFI	10,9%	Aguiar <i>et al.</i> , 2011

O estado com a sétima maior produção de leite no Brasil é a Bahia, 3,3% da produção brasileira. Em relação ao total de vacas ordenhadas, a Bahia possui o terceiro maior rebanho do Brasil, mais de 1.9 milhões de vacas ordenhadas, representando 9,1% do total de vacas ordenhadas no Brasil. Apesar destes percentuais, apenas dois trabalhos relatam a prevalência de anticorpos em vacas oriundas de propriedades leiteiras da região, conforme Tabela 10.

Tabela 10. Níveis de infecção para o *Neospora caninum* em propriedades leiteiras da Bahia.

Estado	Aptidão	Teste Diagnóstico	Prevalência/Frequência	Referência
Bahia	Leite	RIFI	14,9%	Gondim <i>et al.</i> , 1999
Bahia	Leite	RIFI	13%	Galvão <i>et al.</i> , 2011

3.16 - FATORES DE RISCO, IMPACTOS NA PROPRIEDADE E IMPACTO ECONÔMICO DO *NEOSPORA CANINUM*

Os trabalhos de Corbellini *et al.*, (2006^a) Dubey *et al.*, (2007), Vanleeuwen *et al.*, (2010), Piagentini *et al.* (2012), Darwich *et al.*, (2012) e Sousa *et al.*, (2012) identificam os seguintes fatores de risco para a infecção por *Neospora caninum* nos animais e sua ocorrência nos rebanhos leiteiros:

- i. Idade dos animais;
- ii. Tempo de permanência no rebanho e a transmissão horizontal;
- iii. Presença de cães nas propriedades leiteiras;
- iv. Presença de outras espécies animais, como as aves;
- v. Contaminação de pastagens, alimentos e água por oocistos advindos de cães infectados;
- vi. Fornecimento de colostro ou leite oriundo de vacas infectadas, apesar desta via não ser confirmada como eficaz;
- vii. Utilização de novilhas para reposição do próprio rebanho, tendo a via vertical particular importância;
- viii. Condições climáticas, sendo um fator determinante para a sobrevivência dos oocistos no ambiente;
- ix. Tamanho e densidade do rebanho;
- x. Práticas de biossegurança incorretas.

O aborto é o principal sintoma clínico expresso por uma vaca soropositiva para o *Neospora caninum* e a principal causa de perda econômica para o produtor de leite. Estudos demonstram que

este impacto é maior em animais primíparas, diminuindo com o passar das lactações, possivelmente devido a uma resistência adquirida. (Anderson *et al.*, 2000; Dubey, 2003; Haddad, 2005; Dubey *et al.*, 2007; Dubey e Schares, 2011).

Quando estimamos perdas diretas associadas à neosporose devemos englobar:

- i. Custo do aborto, considerando as perdas relacionadas com o auxílio veterinário, diagnóstico laboratorial e o valor do bezerro;
- ii. Reposição animal;
- iii. Abate prematuro de animais devido às baixas produções e problemas reprodutivos;
- iv. Diminuição de produção de leite, de forma direta devido à ação do parasito.

Diversos estudos brasileiros associaram significativamente a infecção de vacas leiteiras com a ocorrência de casos de aborto em diversos rebanhos leiteiros (Locatelli-Dittrich *et al.*, 2001; Corbellini *et al.*, 2002; Sartor *et al.*, 2003; Oshiro *et al.*, 2007; de Oliveira *et al.*, 2010; Katagiri *et al.*, 2013). Reichel *et al.*, (2013), baseado em um modelo matemático estocástico, estimou a perda anual brasileira, apenas dos casos de aborto em rebanhos leiteiros devido à neosporose em US\$ 51.3 milhões, variando de 35 a 111 milhões de dólares, e este valor representa 6% de toda a perda mundial de rebanhos leiteiros.

Trabalho recente realizado na Argentina demonstram perdas totais devido à neosporose estimadas em U\$ 44 milhões (15 – 194) para toda a cadeia produtiva de leite e um custo de U\$ 500 por propriedade. O número de abortos associados à neosporose na Argentina ultrapassa 23 mil casos para uma população de 1.77 milhão vacas leiteiras sob risco (Moore *et al.*, 2013).

Na Suíça, as perdas econômicas devido à neosporose em rebanhos leiteiros foram estimadas em 9,7 milhões de euros por ano (Häsler *et al.*, 2006^a). É interessante salientar que na Suíça a neosporose foi registrada como uma doença de notificação obrigatória desde 2001. Em rebanhos canadenses, uma perda anual foi estimada em torno de 2.304 dólares por rebanho infectado (Chi *et al.*, 2002) e um custo de 18 dólares por vaca ao ano (Haddad, 2005).

Na Califórnia, Estados Unidos, mais de 40.000 abortos foram relacionados a neosporose, com perdas estimadas em US\$ 35 milhões ao ano (Barr *et al.*, 1998). Na Austrália e Nova Zelândia, as perdas também são altas e estimadas em mais do que 100 milhões de dólares australianos ao ano (Pfeiffer *et al.*, 2000).

Na Holanda, 76% dos rebanhos soropositivos sem episódios de aborto não possuíam perdas econômicas estimadas, enquanto que no restante dos rebanhos, as perdas econômicas aumentaram notavelmente, até um máximo de 2.000 euros por vaca ao ano (Bartels, *et al.*, 2006^a). Além disso, em explorações com surtos epidêmicos de aborto, os custos médios foram de 50 euros por animal nos dois anos após a epidemia de aborto, excluindo-se as perdas no momento da epidemia, mas incluindo abate prematuro, intervalo entre partos prolongado, idade animal ao primeiro parto, perdas de produção, tratamento e diagnóstico (Bartels, *et al.*, 2006^a).

O modelo estocástico em nível mundial, publicado por Reichel *et al.*, (2013), estima o custo mundial do aborto devido à neosporose em 1,2 bilhão de dólares, com intervalo de valores entre 669 milhões e 2,2 bilhões de dólares ao ano, sendo que apenas os rebanhos leiteiros ao redor do mundo contabilizam uma perda de 842 milhões de dólares variando de 341 milhões até 1,4 bilhão de dólares.

A correta associação entre uma possível queda da produção leiteira de uma vaca desencadeada pela infecção do *Neospora caninum* é pouco conhecida e com resultados conflitantes. Trabalho realizado por Romero *et al.*, (2005) na Costa Rica, com 2.734 vacas, relata que as vacas soropositivas tiveram uma produção 1,5% menor do que vacas soronegativas, sendo este resultado não significativo quando comparada à média de produção de animais soronegativos .

Já um estudo de caso-controle conduzido nos Estados Unidos por Hobson *et al.*, (2002), relataram que a produção de leite, em 305 dias, das vacas soropositivas demonstrou-se significativamente menor do que a produção de leite de vacas soronegativas. Em vacas leiteiras da Florida, nos Estados Unidos, com base dos dados de 305 dias de lactação, vacas soropositivas produziram menos leite (2,8 kg/vaca por dia) do que as vacas soronegativas, demonstrando assim que a exposição ao *N. caninum* foi associada com uma diminuição de 3 a 4% na produção de leite, representando uma perda financeira de, aproximadamente, 128 dólares por vaca (Hernandez *et al.*, 2001).

Na avaliação do impacto da infecção por *N. caninum* na produção de leite em vacas do Canadá, foram avaliadas 26.059 lactações de 11.177 vacas provenientes de 364 rebanhos. Verificou-se uma interação entre a soropositividade e o número de lactações, com redução significativa na produção de leite apenas nos animais de primeira lactação - perda de 159,5 kg em uma lactação de 305 dias (Tiwari *et al.*, 2007). Entretanto, Chi *et al.*, (2002), também em rebanhos canadenses não conseguiram encontrar uma associação na produção de leite devido a infecção por *N. caninum*.

Bartels *et al.*, (2006^b), na Holanda, relataram uma queda da produção de leite em rebanhos que haviam experimentado quadro epidêmico de aborto. O efeito negativo na produção foi associado a animais soropositivos e apenas durante os primeiros 100 dias de lactação, somente no primeiro ano após a epidemia de aborto ocorrer.

Os dados sobre o impacto da soropositividade para a neosporose na produção de leite em rebanhos brasileiros são escassos, Santos *et al.*, (2012), em Minas Gerais, não encontraram diferença na produção de leite entre vacas soropositivas e soronegativas, Este cenário pode ser explicado devido à redução na produção de leite de vacas infectadas por *N. caninum* ser secundária à diminuição da performance reprodutiva, como aumento no intervalo entre partos (Romero, *et al.*, 2005).

O descarte prematuro de uma vaca leiteira é justificado quando o animal apresenta produção leiteira muito abaixo da média do rebanho ou quando o animal apresenta problemas reprodutivos com certa frequência, trazendo perdas econômicas perceptíveis aos olhos do produtor. A neosporose é sabidamente uma afecção que diminui os índices reprodutivos (intervalo entre partos, taxa de retorno ao cio e números de serviço para a concepção) das vacas acometidas, sendo esperado um descarte prematuro destes animais acometidos. Estudos de Thurmond e Hietala, (1997), Waldner *et al.*, (1998), Hobson *et al.*, (2002); Bartels, *et al.*, (2006^b), encontraram uma associação significativa entre as taxas de descarte prematuras em animais soropositivos em comparação com animais soronegativos.

Em rebanhos brasileiros, estudo realizado por Cruz *et al.*, (2011), entre os anos de 2000 a 2009, em um rebanho leiteiro localizado na região Sul encontraram uma diferença significativa de 8,07% (0,03 - 15,74%) no risco de animais soropositivos serem descartados prematuramente em relação aos animais soronegativos. Trabalho realizado por Cardoso *et al.*, (2012), em São Paulo

com rebanhos leiteiros não conseguiu encontrar uma relação entre animais soropositivos e a taxa de descarte prematuro.

Neste mesmo cenário, trabalhos realizados por Pfeiffer *et al.*, (2000) na Nova Zelândia, Cramer *et al.*, (2002) nos Estados Unidos e Tiwari *et al.*, (2005), no Canadá também não encontraram uma associação significativa entre o descarte de animais e a soropositividade. Esta associação depende muito das taxas de descarte voluntário dentro do rebanho, além do grau de controle sanitário de cada propriedade leiteira.

Segundo Dubey *et al.*, (2007) o descarte prematuro de animais soropositivos possivelmente é o maior causador de perdas ao produtor, desde que o descarte seja voluntário, o que para a realidade brasileira não ocorre em grandes proporções, sendo o descarte involuntário o predominante em rebanhos nacionais.

3.17 – MEDIDAS DE CONTROLE E PREVENÇÃO EM REBANHOS LEITEIROS

O abate de animais positivos é descrito como uma eficiente forma de manter a prevalência em baixos níveis, porém o abate não tem se demonstrado uma medida de controle economicamente viável (Häsler *et al.*, 2006^b; Dubey e Schares, 2011).

O controle através de medicamentos também se mostra eficaz (Reichel *et al.*, 2014), porém economicamente acarretam altos custos ao produtor e não demonstrou ser uma alternativa viável em rebanhos Suíços (Häsler *et al.*, 2006^b). A vacinação já é utilizada no exterior, para prevenir episódios de abortos e não permitir a transmissão vertical, porém no Brasil não existem marcas aprovadas pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento disponíveis ao produtor.

As medidas de controle preconizadas para a neosporose são feitas em observação a três cenários possíveis de infecção no rebanho leiteiro:

- i. Em fazendas livres da doença, práticas rígidas de biossegurança devem ser tomadas, afim de não permitir a entrada de animais positivos no rebanho, como teste sorológico de todos os animais inseridos na propriedade, evitando ao máximo possível a presença e o contato de cães, tanto da própria fazenda quanto errantes, com as vacas;
- ii. Já em rebanhos positivos, programas de controle são baseados na diminuição da transmissão vertical, retirando do plantel as fêmeas soropositivas e diminuição da transmissão horizontal, realizando um controle dos cães a procura de oocistos em fezes.
- iii. Outra forma eficaz, porém com custos elevados é o método “Test and Culling”, testar todos os animais e abater os infectados até uma prevalência desejada ou até mesmo retirar todos os positivos (Haddad, 2005; Dubey *et al.*, 2007);

Na Nova Zelândia e Austrália, em rebanhos leiteiros, uma estratégia de controle da não intervenção tem sido relatada como a melhor opção econômica. Os trabalhos relataram uma prevalência animal de 18 a 21%, apenas interferindo quando o patamar passar deste limiar, como a melhor intervenção (Reichel e Ellis, 2006).

Em um estudo de análise de custo benefício realizado na Suíça, o melhor controle estratégico disponível tem se mostrado na interrupção do cruzamento com descendentes de vacas soropositivas e manter a prevalência em torno de 20%, enquanto que testar todos os animais e abater animais positivos se mostrou um quadro de alto custo e não viável (Häsler *et al.*, 2006^b).

Os resultados de análises econômicas conduzidas por Reichel e Ellis, (2006) em rebanhos australianos, propõem que a abordagem com o melhor custo-benefício para reduzir as perdas associadas à neosporose é a utilização de vacinas para prevenir os episódios de abortos e diminuir a transmissão vertical.

Reichel *et al.*, (2014) ressaltaram que as medidas de controle e prevenção para a neosporose devem englobar a educação sanitária, afim de diminuir os riscos de exposição dos bovinos com o parasito - como o contato dos cães com restos placentários e acessos destes nas áreas de alimentação e água dos bovinos, para que não ocorra a liberação de oocistos esporulados no ambiente. Além disto, medidas como a vacinação e controle dos níveis de infecção no rebanho são medidas de controle que costumam trazer um retorno econômico satisfatório.

4. METODOLOGIA

4.1 - ESTADOS INSERIDOS NA ANÁLISE DE CUSTO DIRETO ASSOCIADO AO *NEOSPORA CANINUM* EM REBANHOS LEITEIROS NO BRASIL

Conforme observado na Figura 12 e na Tabela 11, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Paraná, Goiás, Santa Catarina, São Paulo e Bahia são os sete maiores produtores de leite no Brasil, representando 80,5% de toda a produção leiteira ocorrida no ano de 2013, (IBGE, 2015), compreendendo um total de mais de 27,6 bilhões de litros de leite do total de 32 bilhões de litros produzidos. Em relação às vacas ordenhadas, estes sete estados representam 71,4% de todas as vacas ordenhadas no ano de 2013, com um total de aproximadamente 16,4 milhões de vacas ordenhadas.

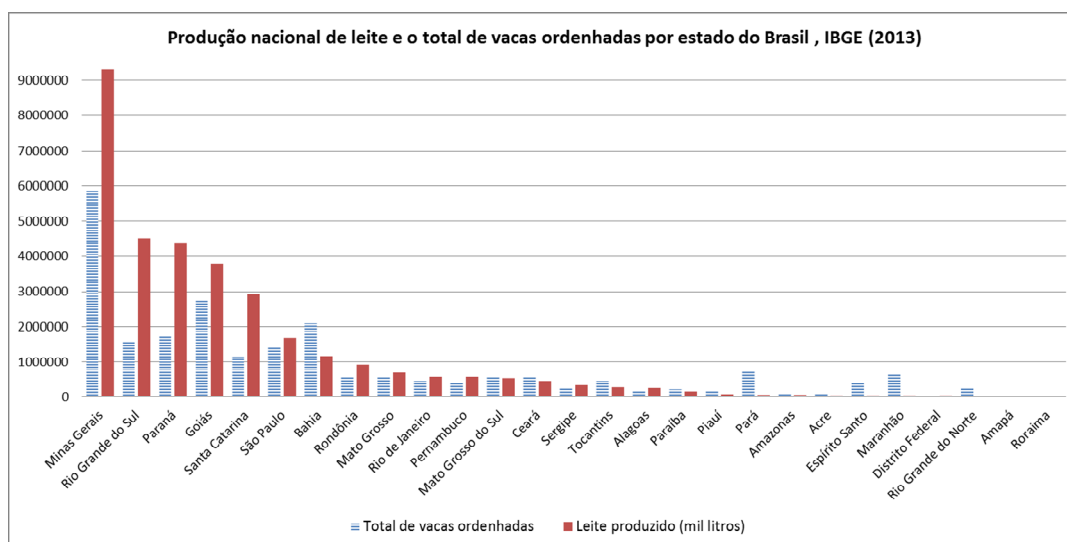


Figura 10. Produção de leite e vacas ordenhadas no Brasil segundo dados da Pesquisa Pecuária Municipal 2013 – IBGE, (2015).

Tabela 11. Total de leite produzido e total de vacas ordenhadas pelos sete maiores produtores de leite no Brasil no ano de 2013. Fonte IBGE, (2015).

Estado Produtor	Total de Leite Produzido (mil litros)	% Total em relação ao Brasil	Total de Vacas Ordenhadas	% Total em relação ao Brasil
Minas Gerais	9.309.165	27,1%	5.850.737	25,4%
Rio Grande do Sul	4.508.518	13,1%	1.554.909	6,7%
Paraná	4.347.493	12,6%	1.715.686	7,4%
Goiás	3.776.803	11,1%	2.723.594	11,8%
Santa Catarina	2.918.320	8,5%	1.132.664	4,9%
São Paulo	1.675.914	4,8%	1.390.485	6,1%
Bahia	1.162.598	3,3%	2.081.959	9,1%
Total dos sete estados	27.698.811	80,5%	16.450.034	71,4%
Demais estados	6.556.425	19,5%	6.504.503	28,6%
Total Brasil	34.255.236	100%	22.954.537	100%

Fonte: Pesquisa Pecuária Municipal 2013 (IBGE, 2015).

A escolha destes estados para compor o modelo de estimativa do custo direto associado à *Neospora caninum* em rebanhos leiteiros no Brasil se deu pela expressiva produção leiteira e número de vacas ordenhadas nestes sete estados. Sendo assim, estes representariam de forma bastante significativa o custo total da doença para a cadeia produtiva de leite no Brasil.

Para um melhor entendimento do custo da doença em uma propriedade leiteira e para a cadeia produtiva do estado, foi estimado o custo por animal em lactação.

4.2 - MODELO MATEMÁTICO PARA ESTIMATIVA DO CUSTO ASSOCIADO À NEOSPOROSE

4.2.1 – MODELO DE ORÇAMENTO PARCIAL E SIMULAÇÃO ESTOCÁSTICA

Um modelo de orçamento parcial lida apenas com as variáveis de uma propriedade que são afetadas por um fator, no caso do presente estudo, os fatores diretos associados à neosporose bovina nos rebanhos leiteiros. O modelo utilizado foi adaptado de trabalho originalmente publicado por Bennett *et al.*, (1999), Bennett, (2003), Bennett, (2005) e Haddad, (2005).

Para a criação dos modelos foram utilizados os dados da Pesquisa Pecuária Municipal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística do ano de 2012 – os dados relativos ao ano de 2013 foram liberados no início de 2015, momento em que as análises já haviam sido realizadas.

Foram criados dois modelos distintos para o estudo, um modelo principal, que incluiu os principais componentes de produção leiteira afetada pelo *Neospora caninum*, sendo eles:

- i. Impacto direto – ação do parasito - sobre a produção de leite;
- ii. Descarte prematuro das vacas;
- iii. Custos diretos associados com o aborto;

e um segundo modelo, que buscou estimar o custo direto associado apenas ao aborto, principal causa de perdas relacionadas ao agente.

Os custos indiretos relacionados ao *N. caninum* não foram incluídas no modelo, porém é muito importante sua discussão, para que seja utilizado pelos tomadores de decisão como um fator a mais para fundamentar a administração pública e privada nas medidas de controle e prevenção necessárias.

O modelo de simulação estocástico foi desenvolvido para combinar as diversas possibilidades de valores das variáveis de entrada, dado à incerteza inerente a cada um. Estas variáveis estão demonstradas na Tabela 19 e Tabela 20 ao final da metodologia, tendo como variável de saída o custo direto associado ao *Neospora caninum*.

O programa @RISK (2002) versão 6.0, (Palisade Corporation) foi utilizado para a simulação do modelo, através de uma amostragem de Monte Carlo e 100.000 iterações. As distribuições estimadas das perdas totais para a cadeia produtiva de leite para todos os estados serão determinadas e demonstradas graficamente através dos valores médios e intervalo de confiança a 95% da perda estimada.

Ao final da estimativa de custo, uma análise de sensibilidade com o coeficiente de regressão foi realizada, demonstrando o nível de relação que cada variável de entrada exerce na variável de saída, o custo direto associado – tanto do custo total quanto o do aborto.

4.2.2 – MODELO DE SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO

A simulação de Monte Carlo é uma técnica matemática computadorizada que possibilita dimensionar o risco em análises quantitativas. A simulação fornece ao tomador de decisão uma gama de resultados possíveis e suas probabilidades de ocorrências. É possível conhecer os resultados das decisões mais ousadas e das mais conservadoras, dependendo da estimativa de cada variável de entrada — e todas as suas possíveis consequências (Edler *et al.*, 2002).

A simulação de Monte Carlo efetua análise de risco por meio da construção de modelos de possíveis resultados, substituindo com um intervalo de valores e uma distribuição de probabilidade, todo fator que possua uma incerteza inerente. Em seguida, ela calcula os resultados repetidamente, cada vez com novos conjuntos de valores aleatórios gerados pelas funções de probabilidades. Dependendo do número de incertezas e dos intervalos especificados para elas, uma simulação de Monte Carlo pode ter milhares ou dezenas de milhares de recálculos antes de terminar (Edler *et al.*, 2002).

O método de simulação de Monte Carlo produz distribuições de valores dos resultados possíveis. Ao usar distribuições de probabilidade, as variáveis podem apresentar diferentes expectativas de ocorrência gerando diferentes resultados, inserindo no modelo a incerteza inerente a ela. As distribuições de probabilidade representam uma forma muito mais realista de descrever incerteza em variáveis de análises de risco (Donatelli e Konrath, 2005; Abadie e Chamorro, 2013).

4.2.3 - AS DISTRIBUIÇÕES UTILIZADAS NO MODELO DE SIMULAÇÃO DO CUSTO DIRETO ASSOCIADO AO *NEOSPORA CANINUM*

As seguintes distribuições foram utilizadas no modelo. Estas distribuições buscam a melhor maneira de se representar uma variável dada a sua incerteza:

- i. Normal – é definida a média aritmética ou o valor esperado e um desvio padrão para descrever a variação em relação à média. Os valores perto da média são os que apresentam maior probabilidade de ocorrência.
- ii. Pert – o usuário define o valor mínimo, mais provável e máximo. Os valores ao redor do valor mais provável têm maior probabilidade de ocorrer. Contudo, os valores que se encontram entre o valor mais provável e os dois extremos têm maior probabilidade de ocorrência do que na distribuição triangular.
- iii. Valor Fixo - um valor único é atribuído a variável.
- iv. Discreta – para cada valor possível de ser atribuído é dada uma probabilidade correspondente de ocorrência deste valor.

4.2.4 – PARÂMETROS DE ENTRADA DO MODELO

O final da metodologia contém todos os parâmetros de entrada utilizados na construção dos modelos de orçamento parcial para estimar o custo associado ao *Neospora caninum*, as distribuições adotadas para representar o intervalo de valores possíveis de cada parâmetro e a fonte de informação que definiu os valores de cada parâmetro.

4.2.4.1 – ANIMAIS EM RISCO

Os valores representando o número de animais em risco foram retirados da Pesquisa Pecuária Municipal do ano de 2012 (IBGE, 2013), através da variável denominada Vacas Ordenhadas. A Tabela 12 apresenta o número de vacas ordenhadas para cada um dos sete estados estudados. O número de animais em risco entrou no modelo com um valor fixo.

Sendo o impacto na produção de leite maior e, segundo alguns trabalhos, exclusivo para as vacas primíparas, foi estimado o número de animais em primeira lactação para cada estado. Segundo dados do AnualPEC, (2013), 10,8% dos animais dos rebanhos brasileiros são novilhas de 2 a 3 anos, com 28% de animais classificados como novilhas entre 1 a 3 anos. Estes dados são semelhantes aos apresentados por estudo do diagnóstico da pecuária leiteira de Minas Gerais (FAEMG, 2006), que demonstra um total de 23% de novilhas (1 a 3 anos) em rebanhos leiteiros de Minas Gerais, porém sem dizer qual o percentual de animais com 2 – 3 anos, que seriam os animais prontos para iniciar a vida produtiva.

Para a estimativa do impacto na produção de leite, utilizou-se 10,8% do total de vacas ordenhadas como os animais em risco, assim este custo não será superestimado, tendo em vista que a maior perda ocorre em animais de primeira lactação. Os valores utilizados na estimativa do número de animais em risco estão demonstrados na Tabela 12.

Tabela 12. Número de vacas ordenhadas e estimativa de vacas primíparas nos estados de Santa Catarina, São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná, Bahia, Goiás e Minas Gerais no ano de 2012. Fonte: Pesquisa Pecuária Municipal 2012. IBGE, (2013).

Estado	Número de Vacas Ordenhadas	Estimativa de vacas primíparas (10,8%)
Santa Catarina	1.078.118	116.437
São Paulo	1.469.829	158.742
Rio Grande do Sul	1.516.689	163.802
Paraná	1.615.916	174.519
Bahia	1.943.015	209.846
Goiás	2.692.841	290.827
Minas Gerais	5.674.293	612.824

4.2.4.2 – NÍVEIS DE INFEÇÃO EM REBANHOS LEITEIROS

Os dados referentes aos níveis de infecção do *Neospora caninum* em rebanhos leiteiros em todos os estados do estudo foi realizada através de revisão de literatura nas bases indexadas de trabalhos científicos. Um total de 29 trabalhos foram selecionados, destes os que possuem o maior número de estudos foram Minas Gerais e Paraná, cada um com 8 estudos. O estado de Santa Catarina é o que possui menos trabalhos disponíveis, apenas um estudo foi selecionado. A Tabela 13 demonstra todos os trabalhos selecionados, a prevalência encontrada, o teste diagnóstico empregado e a fonte do estudo.

A variável de entrada do modelo denominada prevalência foi definida com uma distribuição PERT devido à variabilidade dos resultados, diferentes metodologias e por serem realizados em locais diferentes dentro do mesmo estado. Para definir a distribuição foram utilizados três valores, a mediana, a maior e menor prevalência.

Para Santa Catarina, Goiás e Bahia, que possuem menos de três trabalhos selecionados, foram agregados os valores dos estados com singularidades dos rebanhos e formas de produção. Para Goiás e Bahia foram agregados os valores de Minas Gerais; e todos os trabalhos dos estados que compõem a região Sul foram utilizadas para estimar a prevalência em Santa Catarina.

Tabela 13. Estudos contendo os níveis de infecção para o *Neospora caninum* em rebanhos leiteiros do Brasil.

Estado	Aptidão	Técnica Diagnóstica	Nível de infecção	Referência
Minas Gerais	Leite	ELISA	12,6%	Melo <i>et al.</i> , 2004
Minas Gerais	Leite	ELISA	18,6%	Melo <i>et al.</i> , 2001
Minas Gerais	Leite	ELISA	45,0%	Pitucó <i>et al.</i> , 2001
Minas Gerais	Leite	ELISA	21,9%	Nicolino <i>et al.</i> , 2011
Minas Gerais	Leite	RIFI	34,4%	Ragozo <i>et al.</i> , 2003
Minas Gerais	Leite	RIFI	47,0%	Santos <i>et al.</i> , 2012
Minas Gerais	Leite	RIFI	21,7%	Bruhn <i>et al.</i> , 2013
Minas Gerais	Leite	RIFI	26,9%	Mendes <i>et al.</i> , 2009
São Paulo	Leite	ELISA	35,0%	Sartor <i>et al.</i> , 2005
São Paulo	Leite	RIFI	27,3%	Ragozo <i>et al.</i> , 2003
São Paulo	Leite	ELISA / RIFI	ELISA – 30% RIFI – 16%	Sartor <i>et al.</i> , 2003
São Paulo	Leite	ELISA	32,0%	Piagentini <i>et al.</i> , 2003
São Paulo	Leite	RIFI	10,9%	Aguiar <i>et al.</i> , 2011
Rio Grande do Sul	Leite	RIFI	18,6%	Ragozo <i>et al.</i> , 2003
Rio Grande do Sul	Leite	RIFI	11,2%	Corbellini <i>et al.</i> , 2002
Rio Grande do Sul	Leite	RIFI	17,8%	Corbellini <i>et al.</i> , 2006 ^b
Rio Grande do Sul	Leite	ELISA	11,4%	Vogel <i>et al.</i> , 2006
Rio Grande do Sul	Leite	RIFI	12,4%	Lucas <i>et al.</i> , 2007
Goiás	Leite	RIFI	30,1%	Melo <i>et al.</i> , 2006
Goiás	Leite	ELISA	56,6%	Shultez., 2008
Paraná	Leite	RIFI	21,3%	Ragozo <i>et al.</i> , 2003
Paraná	Leite	ELISA	34,8%	Locatelli-Dittrich <i>et al.</i> , 2001
Paraná	Leite	RIFI	24,2%	Camillo <i>et al.</i> , 2010
Paraná	Leite	RIFI	14,3%	Guimarães Jr. <i>et al.</i> , 2004
Paraná	Leite	RIFI	11,7%	Ogawa., 2000
Paraná	Leite	RIFI	12,0%	Ogawa <i>et al.</i> , 2005
Paraná	Leite	ELISA	33,0%	Locatelli-Dittrich <i>et al.</i> , 2008
Paraná	Leite	RIFI	24,0%	Katagiri <i>et al.</i> , 2013
Santa Catarina	Leite	RIFI	23,1%	Moura <i>et al.</i> , 2012
Bahia	Leite	RIFI	14,9%	Gondim <i>et al.</i> , 1999
Bahia	Leite	RIFI	13%	Galvão <i>et al.</i> , 2011

4.2.4.3 – PRODUÇÃO MÉDIA DE LEITE POR LACTAÇÃO

A variável de entrada denominada Produção média de leite por lactação foi calculada com dados presentes na Pesquisa Pecuária Municipal do ano de 2012 (IBGE, 2013). Utilizaram-se duas variáveis para compor esta variável, a produção total de leite produzido no estado dividido pelo número total de vacas ordenhadas. A variável Produção média de leite por vaca foi inserida com uma distribuição FIXA dentro do modelo.

A Figura 11 demonstra a Produção média de leite por vaca para cada estado estudado.

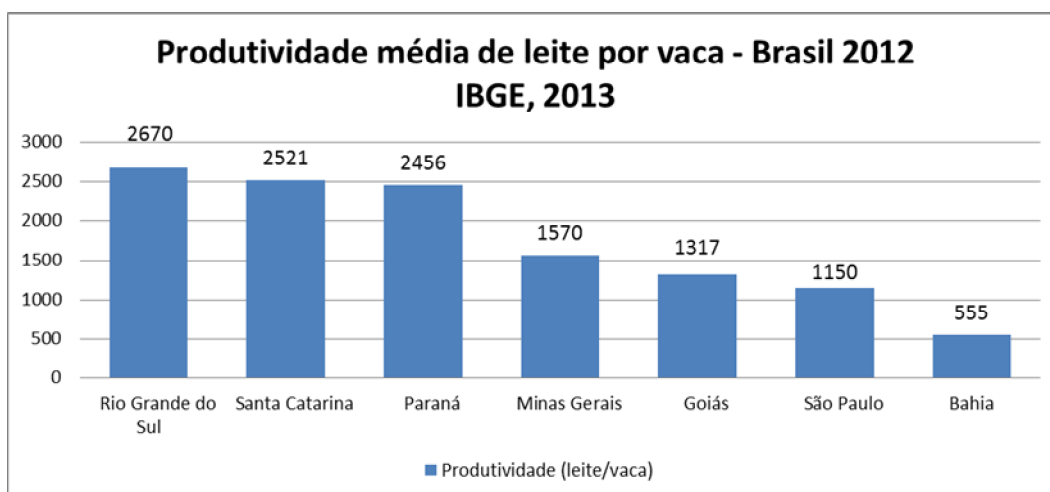


Figura 11. Produção média de leite por vaca/ano em 2012. Fonte: Pesquisa Pecuária Municipal 2012 (IBGE, 2013).

4.2.4.4 – PREÇO DO LITRO DE LEITE PAGO AO PRODUTOR

A variável de entrada denominada Preço do litro de leite pago ao produtor foi retirada da publicação mensal do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – Esalq/UsP (CEPEA, 2014). No site é disponibilizada a média mensal, valor máximo e mínimo do preço de leite pago ao produtor de cada estado em estudo. A distribuição será do tipo PERT, com os valores médios, máximos e mínimos dos valores líquidos, assim teremos uma variação do preço pago ao produtor.

A Tabela 14 demonstra os valores do litro de leite pago ao produtor nos sete principais estados produtores no Brasil atualizado no mês de outubro de 2014.

Tabela 14. Preços médios, máximos e mínimos líquidos do litro de leite pago ao produtor nos sete principais estados produtores do Brasil em outubro de 2014.

Média Estadual	Máximo Líquido R\$	Mínimo Líquido R\$	Média Líquido R\$
Rio Grande do Sul	R\$ 1,0379	R\$ 0,7908	R\$ 0,9227
Santa Catarina	R\$ 1,0637	R\$ 0,8160	R\$ 0,9658
Paraná	R\$ 1,0704	R\$ 0,9127	R\$ 1,0061
São Paulo	R\$ 1,1129	R\$ 0,9130	R\$ 1,0279
Minas Gerais	R\$ 1,1370	R\$ 0,8656	R\$ 1,0289
Bahia	R\$ 1,0738	R\$ 0,9248	R\$ 1,0238
Goiás	R\$ 1,1422	R\$ 0,9023	R\$ 1,0462
Média NACIONAL	R\$ 1,1007	R\$ 0,8671	R\$ 1,0037
Fonte: CEPEA, outubro de 2014			

4.2.4.5 – REDUÇÃO MÉDIA NA PRODUÇÃO DE LEITE EM VACAS ACOMETIDAS POR *NEOSPORA CANINUM*

Como os dados referentes a influência da soropositividade da neosporose sobre a produção de leite no Brasil são escassos, e apenas o trabalho publicado por Santos *et al.*, (2012), em Minas Gerais, citou que não foi encontrada diferença na produção de animais soropositivos e soronegativos, utilizaremos uma distribuição PERT com o valor mínimo e mais provável, um cenário sem perdas na produção, corroborado por trabalhos de Chi *et al.*, (2002); Dubey *et al.*, (2007) e Santos *et al.*, (2012); e como um pior cenário, utilizaremos uma perda de 4% do volume produzido, conforme citado por Hernandez *et al.*, (2001), corroborada por Hobson *et al.*, (2002), Romero e Frankena, (2003) e Romero *et al.*, (2005).

A população em risco para a estimativa da perda pela redução na produção de leite são as vacas de primeira lactação (Thurmond *et al.*, 1997; Haddad, 2005; Dubey *et al.*, 2007). Por isso o modelo utilizará 10,8% da população de vacas ordenhadas no Brasil (AnualPec, 2013), assim não ocorrerá uma superestimação dos valores das perdas referentes a diminuição da produção de leite.

4.2.4.6 – AUMENTO DO RISCO DE DESCARTE PREMATURO EM VACAS SOROPOSITIVAS

Os parâmetros que compuseram a variável de entrada do modelo denominada Aumento do risco de descarte prematuro em rebanhos leiteiros associados à neosporose foram baseados em dois trabalhos publicados no Brasil por Cruz *et al.*, (2011) e Cardoso *et al.*, (2012). Muitos rebanhos leiteiros no Brasil não realizam descarte de animais de forma sistemática e padronizada, mesmo que seus animais apresentem problemas reprodutivos, e ao se realizar o descarte, não se consegue associar diretamente a neosporose, apenas ocorre por problemas produtivos e reprodutivos em geral.

Por isso, será utilizada uma distribuição PERT com o valor zero para o valor mínimo e mais provável segundo Cardoso *et al.*, (2012) e 8,07% para o maior valor de risco de descarte prematuro devido à presença do *Neospora caninum* segundo trabalho de Cruz *et al.*, (2011).

Para compor o risco de descarte prematuro não devemos buscar valores encontrados em trabalhos realizados fora do Brasil, pois esta é uma característica intrínseca dos produtores locais, tendendo a ser maior o risco de descarte, quanto maior for a especialização do produtor.

4.2.4.7 – CUSTO DE REPOSIÇÃO DOS ANIMAIS DESCARTADOS PREMATURAMENTE

O modelo utilizado trabalha com uma população constante, então para cada animal descartado devido à infecção pelo *Neospora caninum*, um novo animal deverá ser repostado pelo produtor, assim sua produção manterá um número estável de animais.

O valor do animal repostado será baseado em uma vaca leiteira. Os dados foram obtidos através de entrevista direta com proprietários, médicos veterinários, dados de empresas de pesquisa agropecuária e dados de leilões especializados em animais leiteiros, já que ao contrário do preço da arroba e de um gado nelore, vacas leiteiras não possuem bases de valores de fácil acesso. A distribuição utilizada será do tipo PERT (Preço mínimo, médio e máximo). A Tabela 15 demonstra os valores encontrados para cada estado.

Tabela 15. Estimativa dos valores de vacas leiteiras para reposição em sete estados Brasileiros no ano de 2014.

Estimativa do valor de uma vaca leiteira para reposição por estado – Brasil 2014			
Estado	Preço mínimo R\$	Preço médio R\$	Preço máximo R\$
Rio Grande do Sul	R\$ 1.800	R\$ 3.000	R\$ 5.500
Santa Catarina	R\$ 1.800	R\$ 3.000	R\$ 5.500
Paraná	R\$ 950	R\$ 2.200	R\$ 5.500
São Paulo	R\$ 1.500	R\$ 2.500	R\$ 4.000
Minas Gerais	R\$ 2.000	R\$ 3.000	R\$ 5.000
Goiás	R\$ 1.800	R\$ 3.000	R\$ 5.500
Bahia	R\$ 2.200	R\$ 2.500	R\$5.000

4.2.4.8 – VALOR RECEBIDO PELO PRODUTOR DEVIDO AO ANIMAL DESCARTADO PREMATURAMENTE

Para cada animal descartado prematuramente, o produtor receberá um valor sobre o animal descartado. Este valor será abatido do valor do custo de reposição de uma vaca descartada. Os valores foram retirados da publicação ANUALPEC, (2013). A distribuição utilizada será do tipo PERT. A Tabela 16 demonstra os valores atribuídos para cada estado.

Tabela 16. Estimativa dos valores de vacas leiteiras descartadas em sete estados Brasileiros no ano de 2014. Fonte AnualPec (2013).

Estimativa do valor recebido por vaca descartada – Brasil 2014			
Estado	Preço mínimo R\$	Preço médio R\$	Preço máximo R\$
Rio Grande do Sul	R\$ 799	R\$ 850	R\$ 896
Santa Catarina	R\$ 799	R\$ 850	R\$ 896
Paraná	R\$ 832	R\$ 930	R\$ 1.120
São Paulo	R\$ 820	R\$ 930	R\$ 1.024
Minas Gerais	R\$ 500	R\$ 870	R\$ 1.000
Goiás	R\$ 750	R\$ 850	R\$ 890
Bahia	R\$ 840	R\$900	R\$1.200

4.2.4.9 – AUMENTO DO RISCO DE ABORTO EM VACAS SOROPOSITIVAS

Uma Meta-análise foi realizada para identificar a diferença no risco de animais soropositivos abortarem em relação a animais soronegativos. A meta-análise é uma técnica estatística adequada para combinar resultados provenientes de diferentes estudos produzindo, assim, uma estimativa que resume todos os trabalhos, chamadas de estimativas meta-analíticas (Rodrigues e Ziegelmann, 2010). Para o cálculo do risco de aborto foi utilizado o software estatístico Stata 12.

O modelo utilizado foi de efeitos aleatórios. Este modelo pressupõe que o efeito de interesse não é o mesmo em todos os estudos e considera que os estudos que fazem parte da meta-análise formam uma amostra aleatória de uma população hipotética de estudo. Um total de 26 trabalhos em rebanhos leiteiros do Brasil foram selecionados para a meta-análise, destes 12 fizeram parte da análise final. Apesar da escassez de trabalhos com todas as informações disponíveis, ainda utilizou-se como critério de exclusão de trabalhos, manter abaixo de 20% o teste de heterogeneidade (I2 de Higgins) da meta-análise, de modo que ao final, estes 12 trabalhos obtiveram 0% de heterogeneidade (Rodrigues e Ziegelmann, 2010).

Estes trabalhos foram realizados em rebanhos leiteiros do Brasil e para serem inseridos na análise era necessário conter no corpo do trabalho informações sobre o número de animais soropositivos e soronegativos e seus respectivos históricos de aborto. Para cada trabalho foi calculada a diferença média, limite superior e limite inferior do risco de um animal soropositivo abortar em relação a um animal soronegativo. Ao final da análise, foi utilizada a média (10,4% - IC95%: 9,1% – 11,8%) com uma distribuição normal para a entrada no modelo de custo da neosporose.

A Tabela 17 demonstra os estudos selecionados e seus respectivos valores utilizados na meta-análise.

Tabela 17. Artigos selecionados para a meta-análise da diferença no risco de aborto entre animais soropositivos e soronegativos.

Fonte dos dados	Estado	Método Diagnóstico	Diferença do Risco de aborto entre animais soropositivos e soronegativos		
			Diferença do risco	Limite Inferior	Limite Superior
LOCATELLI-DITTRICH <i>et al.</i> , 2001	Paraná	ELISA	0,124	0,052	0,196
CORBELLINI <i>et al.</i> , 2002	Rio Grande do Sul	RIFI	0,154	0,027	0,281
SARTOR <i>et al.</i> , 2003	São Paulo	RIFI	0,098	0,045	0,15
RAYMUNDO <i>et al.</i> , 2005	Rio Grande do Sul	ELISA	0,146	-0,026	0,318
CORBELLINI <i>et al.</i> , 2006 ^a	Rio Grande do Sul	Imunohistoquímica	0,167	-0,006	0,339
OSHIRO <i>et al.</i> , 2007	Mato Grosso	RIFI	0,189	0,048	0,33
SHULTEZ, 2008	Goiás	ELISA	0,121	0,096	0,147
GALVÃO <i>et al.</i> , 2011	Bahia	RIFI	0,093	0,036	0,15
MUNHOZ <i>et al.</i> , 2011	São Paulo	RIFI	0,215	-0,053	0,483
CARDOSO, 2012	São Paulo	RIFI	0,087	0,057	0,116
HEIN <i>et al.</i> , 2012	Rio Grande do Sul	RIFI	0,091	0,065	0,117
KATAGIRI <i>et al.</i> , 2013	Paraná	RIFI	0,202	0,047	0,358
Resultado Meta-Análise	BRASIL	-	0,104	0,091	0,118

4.2.4.10 – CUSTO DE UMA BEZERRA RECÉM-NASCIDA PERDIDA DEVIDO AO ABORTO

O valor de uma bezerra foi obtido através do contato direto com médicos veterinários, produtores das diversas regiões do estudo e sites de leilões de gado leiteiro. Cada estado estudado teve seu valor mais provável, máximo e mínimo obtido pela venda de bezerras de até 12 meses, resultando em uma distribuição PERT, como pode ser observado na Tabela 18.

Para que não ocorra uma superestimação do valor final, todo o preço de bezerra foi usado pela sua metade. Como existe a probabilidade genética de que o animal abortado fosse 50% de machos e 50% de fêmeas, esta correção não leva ao erro de que todo animal abortado fosse fêmea, pois o bezerro macho não possui alto valor comercial para a produção de leite.

Tabela 18. Estimativa dos valores de bezerras perdidas devido ao aborto nos sete estados Brasileiros participantes do estudo no ano de 2014. Valores correspondentes a 100%.

Estimativa do valor de uma bezerra – Brasil, 2014.			
Estado	Preço mínimo R\$	Preço médio R\$	Preço máximo R\$
Rio Grande do Sul	R\$ 799	R\$ 850	R\$ 896
Santa Catarina	R\$ 799	R\$ 850	R\$ 896
Paraná	R\$ 832	R\$ 930	R\$ 1.120
São Paulo	R\$ 820	R\$ 930	R\$ 1.024
Minas Gerais	R\$ 500	R\$ 870	R\$ 1.000
Goiás	R\$ 750	R\$ 850	R\$ 890
Bahia	R\$ 500	R\$ 600	R\$ 1.500

4.2.4.11 – CUSTO GERADO PELA VISITA DE UM VETERINÁRIO E MEDICAMENTOS PARA O TRATAMENTO DO ABORTO

O valor do tratamento de uma vaca abortada foi dado pela soma do custo da visita de um médico veterinário e dos medicamentos utilizados para tratar o animal. O valor do medicamento foi obtido através de contato direto com médicos veterinários dos diferentes estados. Para a estimativa do custo da assistência do médico veterinário ao caso de aborto, foi realizado um levantamento do valor da hora trabalhada do veterinário, baseado no salário mínimo em 2014 de cada estado e o piso salarial da classe, fixado atualmente em seis vezes o salário mínimo federal.

Um cenário verificado após consulta a diferentes profissionais foi o relato do baixo número de proprietários que chamam os veterinários em caso de abortos esporádicos. Logo, inserir uma distribuição do tipo PERT com valor mais provável zero e máximo o valor do dia trabalhado iria causar uma superestimação do custo.

Neste caso decidiu-se a utilização de uma distribuição do tipo DISCRETA com valores de: 0 (não ocorreu visita), um dia de trabalho pelo piso e um valor de assistência mais especializada, com as probabilidades de ocorrências de 80%, 15% e 5% respectivamente. Esta mesma distribuição foi utilizada para o custo do medicamento, pois foi definido que este custo só ocorreria quando o profissional Médico Veterinário fosse atender o caso. Todos os valores e as probabilidades de ocorrência estão contidos na Tabela 19.

Tabela 19. Custo da visita de um médico veterinário e de medicamentos aos casos de aborto devido à infecção pelo *Neospora caninum* em sete estados do Brasil, 2014.

Custo com Médico Veterinário e Medicamentos para o aborto		
Estado	Valor do Médico Veterinário R\$ Probabilidade de ocorrência (80% / 15% / 5 %)	Valor dos medicamentos R\$ Probabilidade de ocorrência (80% / 15% / 5 %)
Rio Grande do Sul	R\$0 / R\$173 / R\$250	R\$0 / R\$60 / R\$100
Santa Catarina	R\$0 / R\$167 / R\$250	R\$0 / R\$60 / R\$100
Paraná	R\$0 / R\$189 / R\$250	R\$0 / R\$60 / R\$100
São Paulo	R\$0 / R\$162 / R\$250	R\$0 / R\$60 / R\$100
Minas Gerais	R\$0 / R\$144 / R\$250	R\$0 / R\$60 / R\$100
Goiás	R\$0 / R\$144 / R\$250	R\$0 / R\$60 / R\$100
Bahia	R\$0 / R\$144 / R\$250	R\$0 / R\$60 / R\$100

4.2.4.12 – MODELO DE CUSTOS TOTAIS ASSOCIADOS AO *NEOSPORA CANINUM* NO BRASIL

O cálculo final do custo direto associado pelo *Neospora caninum* foi expresso através da seguinte fórmula:

- **Custo direto = Perda na produção de leite + Custo de Aborto + Custo do descarte prematuro**

A estimativa do custo total, por se tratar de modelagem estocástica, engloba todos os possíveis cenários de todos os parâmetros de entrada. Logo, teremos um valor máximo, um valor mínimo e um valor médio da perda estimada, sendo considerado o intervalo de confiança de 95%, diferentemente de uma análise determinística, em que apenas um valor pontual é dado, criando-se uma incerteza grande sobre o valor final, devido às incertezas dos valores das variáveis que compõem o modelo.

A Tabela 20 contém o modelo e todas as variáveis que compõem o custo total.

4.2.4.13 – MODELO DE CUSTOS ASSOCIADOS AO ABORTO DEVIDO AO *NEOSPORA CANINUM* NO BRASIL

Sendo o aborto uma das maiores causas de perdas diretas ao produtor (Dubey, 2003; Haddad, 2005; Dubey *et al.*, 2007; Dubey e Schares, 2011; Reichel *et al.*, 2013), um modelo apenas para avaliar os custos do aborto foi criado. O modelo engloba as variáveis relacionadas ao aborto devido à neosporose, e pode ser visto na Tabela 21.

Tabela 20. Modelo de custo associado à presença do *Neospora caninum* em rebanhos leiteiros do Brasil.

	Variáveis	Tipo de Distribuição	Parâmetros	Fonte de Dados
1	Animais em risco – Número de Vacas Ordenhadas por estado	Valor Fixo	Por estado	Pesquisa Pecuária Municipal 2012 – IBGE (2013)
2	Nível de infecção em rebanhos leiteiros	PERT	Por estado	Revisão de Literatura / Estudos de prevalência
3	Produção de leite por lactação	Valor Fixo	Por estado	Pesquisa Pecuária Municipal 2012 – IBGE (2013)
4	Preço do litro de leite pago ao produtor	PERT	Por estado	Dados CEPEA, (2014)
5	Redução na produção de leite (%)	PERT	0 / 0 / 4%	Revisão de Literatura
<u>CL</u>	<u>Custos com produção de leite (R\$)</u>	<u>(1)*(2)*(3)*(4)*(5)</u>	Por estado	
6	Aumento do risco de descarte em animais positivos (%)	PERT	0 / 0 / 8,6%	Revisão de Literatura
7	Custo de um animal de reposição	PERT	Por estado	Dados de produtores / veterinários / leilão
8	Valor recebido pelo produtor por animal descartado	PERT	Por estado	AnualPec, (2013)
<u>CA</u>	<u>Custo de um abate prematuro</u>	<u>(1)*(2)*(6)*((7)-(8))</u>		
9	Valor de um bezerro recém-nascido	PERT	Por estado	Dados de produtores / veterinários / leilão
10	Custo de uma visita e medicamentos	DISCRETA	Por estado	-
11	Perda pelo aborto (bezerro + visita/medicamentos)	9 + 10	Por estado	-
12	Aumento do risco de aborto (%)	Normal	(0.104) DP=0.007	Meta-Análise
<u>CB</u>	<u>Custo pelo aborto</u>	<u>11*(1*2*12)</u>	Por estado	
	<u>Custo total anual</u>	<u>CL + CA + CB</u>	Por estado	

Tabela 21. Modelo de custo do aborto associado à presença do *Neospora caninum* em rebanhos leiteiros do Brasil.

	Variáveis	Distribuição	Parâmetros	Fonte de Dados
1	Animais em risco – Número de Vacas Ordenhadas por estado	Valor Fixo	Por estado	Pesquisa Pecuária Municipal 2012 – IBGE
2	Nível de infecção em rebanhos leiteiros	PERT	Por estado	Revisão de Literatura / Estudos de prevalência
9	Valor de um bezerro recém-nascido	PERT	Por estado	Dados de produtores / veterinários / leilão
10	Custo de uma visita veterinária e medicamentos	DISCRETA	Por estado	-
11	Perda pelo aborto (bezerro + visita/medicamentos)	9 + 10	Por estado	-
12	Aumento do risco de aborto (%)	Normal	10,4% (0,091 – 0,118)	Meta-Análise
<i>CB</i>	<i>Custo total pelo aborto</i>	<i>11*(1*2*12)</i>		

5. RESULTADOS

Para auxiliar a compreensão dos resultados gerados através da modelagem estocástica, os custos foram estimados para a cadeia produtiva de leite e por animal, utilizando-se como população em risco o número de vacas ordenhadas segundo os dados da Pesquisa Pecuária Municipal do ano de 2012 (IBGE, 2013). Os resultados foram divididos em:

- i. Custo do aborto – no Brasil e nos sete estados participantes;
- ii. Custo total da neosporose - no Brasil nos sete estados participantes.

5.1 - CUSTOS DO *NEOSPORA CANINUM* NO BRASIL

O custo dos casos de aborto devido à infecção pelo *Neospora caninum* no Brasil para a cadeia produtiva de leite foi estimado em R\$175 milhões de reais (IC95%: R\$122.9 – R\$246.2 milhões), conforme observado na Figura 12.

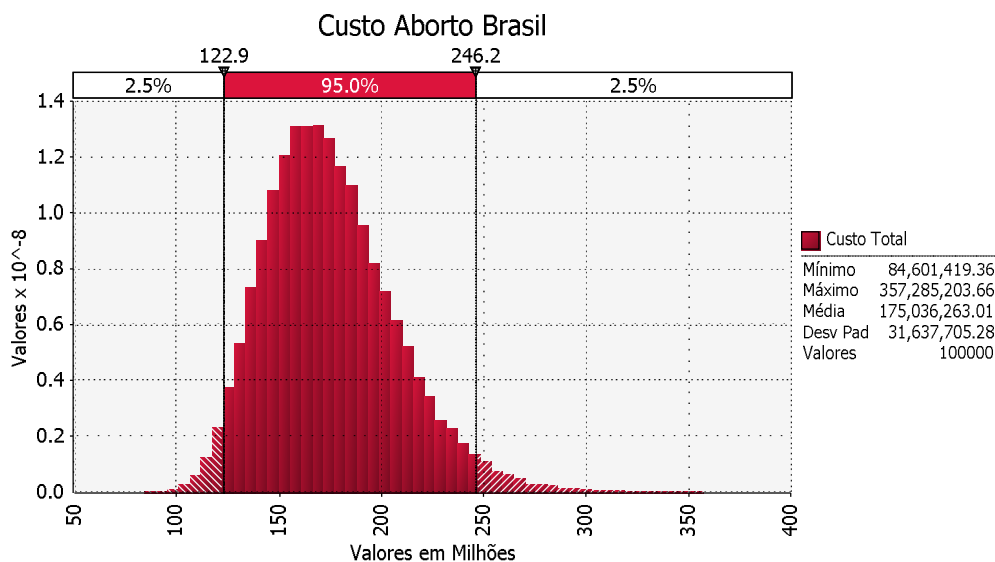


Figura 12. Estimativa do custo do aborto devido ao *Neospora caninum* no Brasil, 2014.

Os coeficientes de regressão ($R^2=0,962$), da análise de sensibilidade, evidenciam as variáveis que possuem as maiores capacidades de mudança no valor do custo do aborto no Brasil. O valor de um bezerro, a prevalência em Minas Gerais e o custo da visita veterinária em Minas Gerais, são as variáveis que mais impactam no custo final do aborto devido ao *Neospora caninum* no Brasil, conforme observado na Figura 13.

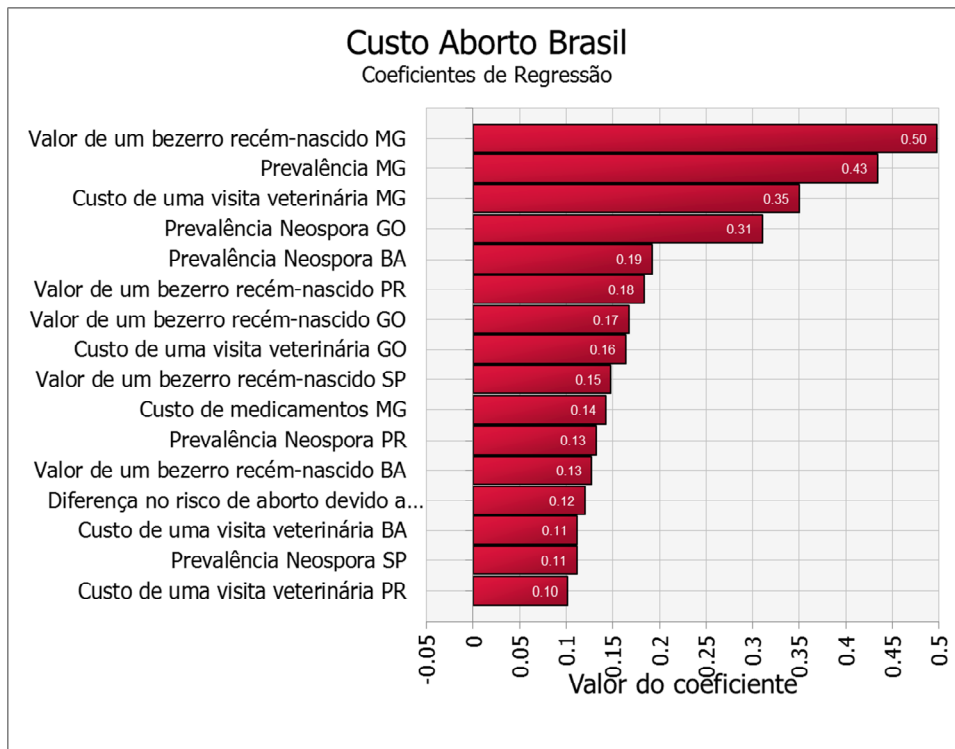


Figura 13. Análise de sensibilidade (regressão) das variáveis que compõem o modelo de estimativa do custo do aborto devido à neosporose em rebanhos leiteiros do Brasil, 2014.

O custo total (aborto + produção de leite + descarte prematuro) da neosporose no Brasil foi estimado em R\$291 milhões (IC95%: R\$ 189 – R\$ 448 milhões) conforme visualizado na Figura 14.

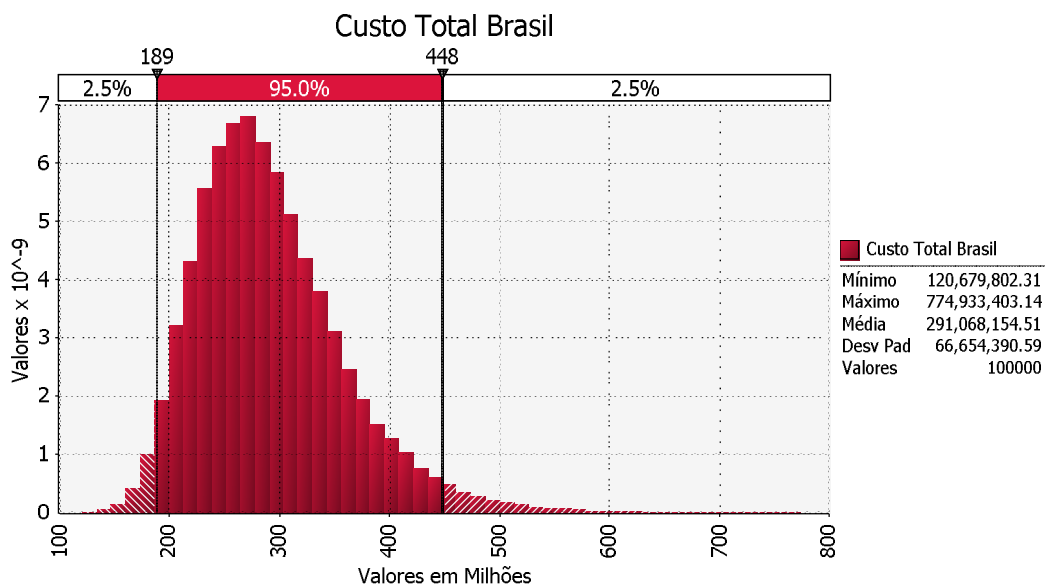


Figura 14. Estimativa do custo total devido ao *Neospora caninum* no Brasil, 2014.

A Figura 15 demonstra os coeficientes de regressão ($R^2=0,923$) da análise de sensibilidade das variáveis que compõem o modelo e possuem as maiores capacidades de mudança no custo total da neosporose no Brasil. A diferença do risco de descarte em Minas Gerais, prevalência em Minas Gerais e o risco de descarte em Goiás são as variáveis que mais influenciam o custo total no Brasil.

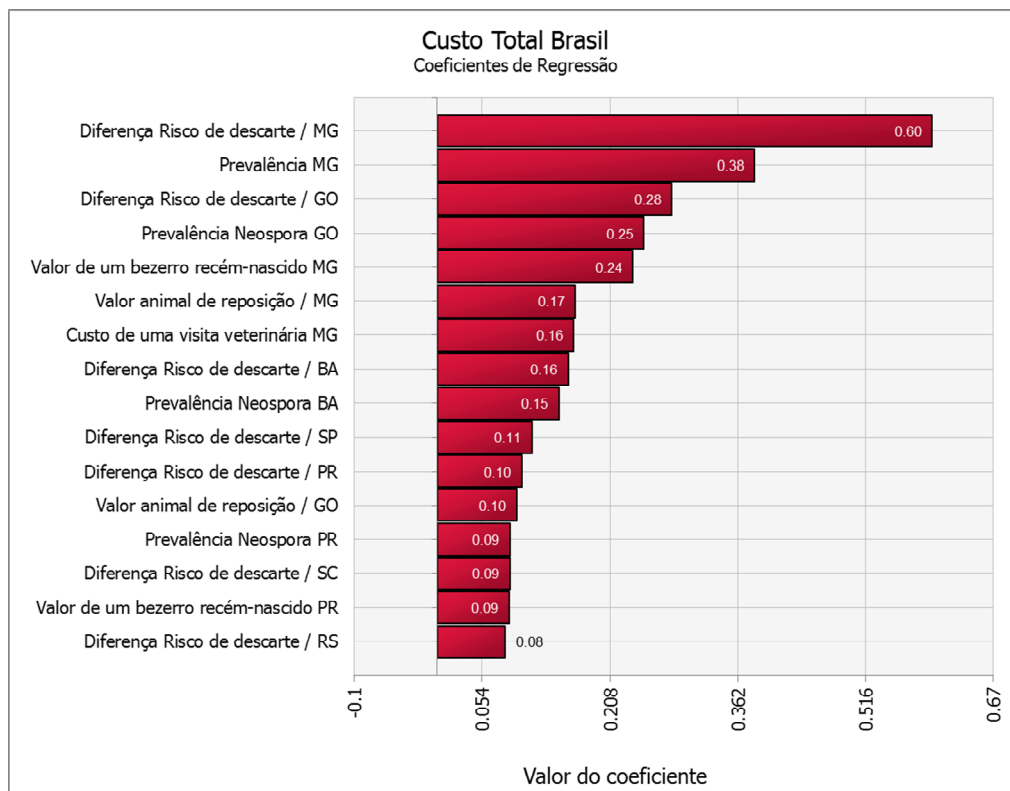


Figura 15. Análise de sensibilidade (regressão) das variáveis que compõem o modelo de estimativa do custo total devido à neosporose em rebanhos leiteiros do Brasil, 2014.

A fim de se criar uma medida que possibilite a comparação do valor estimado em diferentes períodos de tempo e sistemas de produção, o custo do aborto e o custo total foram transformados em litros de leite, baseando-se no preço médio líquido do litro de leite pago ao produtor no Brasil no mês de outubro de 2014, R\$1,0037 (CEPEA, 2014). Esta perda representa para os produtores de leite no Brasil um total de 174.2 milhões de litros de leite devido aos casos de aborto e 290 milhões de litros de leite devido ao custo total da doença.

A tabela 22 sintetiza os resultados para a cadeia produtiva e por animal do custo do aborto e do custo total da neosporose no Brasil.

Tabela 22. Custo do aborto e custo total para a cadeia produtiva de leite e por animal devido ao *Neospora caninum* no Brasil, 2014.

Brasil	Valor da Perda em reais	Perda em litros de leite (preço base R\$1,0034)
Custo do aborto no Brasil		
Valor médio para cadeia	R\$175.036.263,01 (122,9 – 246,2)	174,4 milhões de litros (121,8 – 244,8)
Valor máximo para cadeia	R\$357.285.203,66	356,0 milhões de litros
Valor mínimo para a cadeia	R\$84.601.419,36	84,3 milhões de litros
Valor médio por animal	R\$11,2 (8,1 – 14,9)	11,1 litros (8,1 – 14,8)
Custo Total no Brasil		
Valor médio para cadeia	R\$291.068.154,51 (189 – 448)	290,1 milhões de litros (188,3 – 446,4)
Valor máximo para cadeia	R\$774.933.403,14	772,3 milhões de litros
Valor mínimo para a cadeia	R\$120.679.802,31	120,2 milhões de litros
Valor médio por animal	R\$20,2 (14,2 – 28,2)	20,2 litros (14,1 – 28,1)

5.2 – CUSTOS DO *NEOSPORA CANINUM* EM MINAS GERAIS

O estado de Minas Gerais possui o maior rebanho leiteiro do Brasil e, conseqüentemente, a maior produção bruta de leite, alcançando 9.3 bilhões de litros em mais de 5.8 milhões de vacas ordenhadas em 2013 (IBGE, 2015). Por estes motivos, os maiores impactos econômicos no Brasil ocorrem neste estado, sendo os custos do aborto estimados em mais de R\$56 milhões de reais (IC95%: R\$21.7 – R\$116.6 milhões) conforme visualizado pela Figura 16. Este valor representa 32,2% de toda a perda associada ao aborto pelo *Neospora caninum* no Brasil (R\$175 milhões).

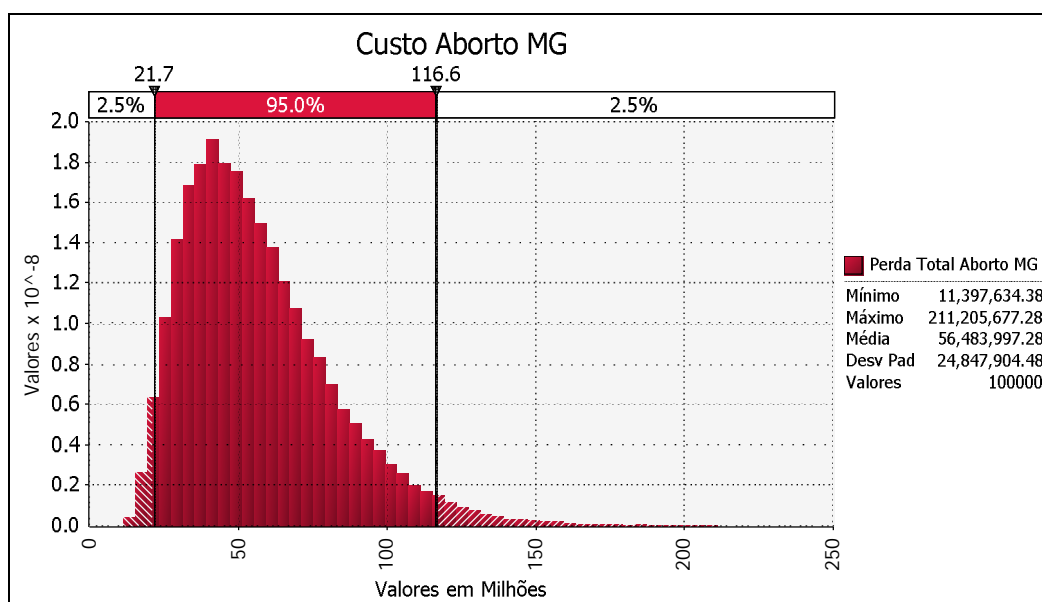


Figura 16. Estimativa dos custos do aborto devido ao *Neospora caninum* em Minas Gerais, 2014.

O custo total (aborto + produção de leite + descarte) da neosporose em Minas Gerais foi estimado em R\$104.9 milhões (IC95%: R\$35 – R\$242 milhões), Figura 17. Este valor representa 36,0% do custo total estimado no Brasil.

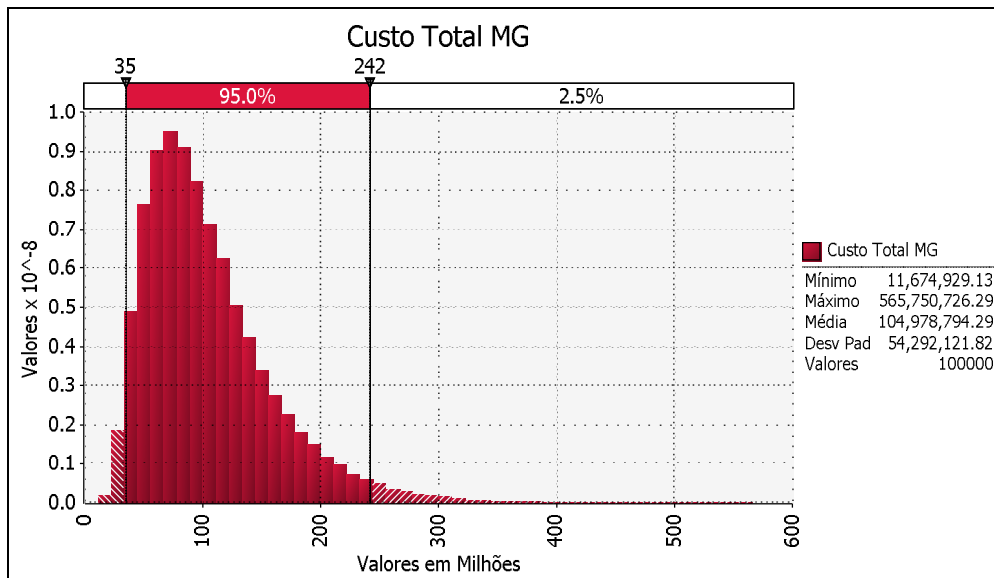


Figura 17. Estimativa do custo total devido à neosporose em Minas Gerais, 2014.

A Figura 18 demonstra os coeficientes de regressão ($R^2 = 0,927$) da análise de sensibilidade do custo total da neosporose em Minas Gerais. As variáveis que possuem as maiores relações com as mudanças no custo total são: diferença do risco de descarte, prevalência da doença no estado e o valor de uma bezerra abortada.

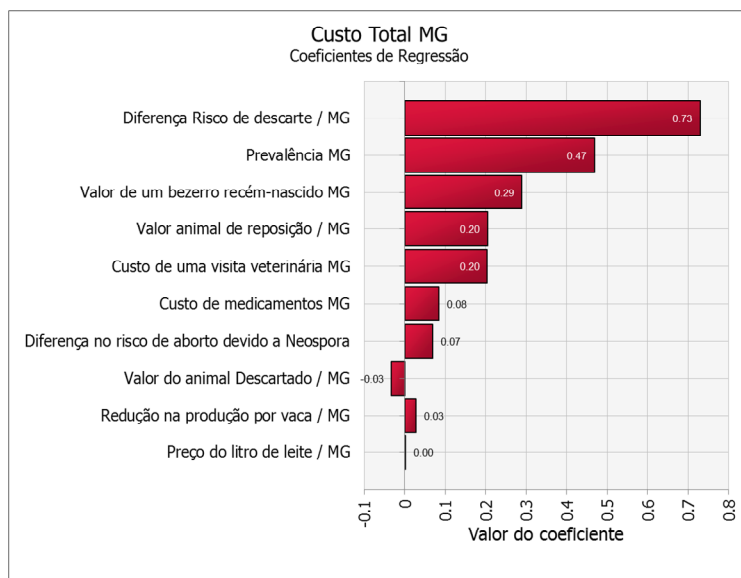


Figura 18. Análise de sensibilidade (regressão) das variáveis que compõem o modelo de estimativa do custo total da neosporose em rebanhos leiteiros de Minas Gerais, 2014.

O custo do aborto em Minas Gerais, quando estimado em litros de leite, é de 54.4 milhões de litros, e o custo total totaliza 102 milhões de litros, tendo como base o preço médio líquido do litro de leite pago ao produtor em outubro de 2014 - R\$1,0289 (CEPEA, 2014). A Tabela 23 sintetiza os custos da neosporose em Minas Gerais.

Tabela 23. Custo do aborto e custo total devido ao *Neospora caninum* para a cadeia produtiva de leite e por animal em Minas Gerais, 2014.

Minas Gerais	Valor da Perda em reais	Perda em litros de leite (preço base R\$1,0289)
Custo do Aborto		
Custo médio para a cadeia	R\$56.483.997 (21.8 – 116.5)	54.4 milhões de litros (21.1 – 113.2)
Custo máximo para a cadeia	R\$211.205.677,28	205 milhões de litros
Custo mínimo para a cadeia	R\$11.397.634,38	10.1 milhões de litros
Custo médio por animal	R\$9,9 (3,8 – 20,5)	9,65 litros (3,6 – 19,9)
Custo máximo por animal	R\$41,4	40,3 litros
Custo mínimo por animal	R\$1,8	1,7 litros
Custo Total		
Custo médio para a cadeia	R\$104.978.794,29 (35 – 242)	102 milhões de litros (34 – 235)
Custo máximo para a cadeia	R\$565.750.726,29	555 milhões de litros
Custo mínimo para a cadeia	R\$11.674.929,13	11 milhões de litros
Custo médio por animal	R\$21,0 (7,3 – 46,6)	20,4 litros (7 – 45,2)
Custo máximo por animal	R\$103,4	100,5 litros
Custo mínimo por animal	R\$2,6	2,6 litros

5.3 – CUSTOS DO *NEOSPORA CANINUM* EM GOIÁS

O estado de Goiás possui a segunda maior estimativa de perdas devido aos abortos causados pelo *Neospora caninum*, com valores de R\$33 milhões (IC95%: R\$15.3 – R\$64.4 milhões) conforme verificado na Figura 19. Este valor representa 18,9% de todo o custo no do aborto no Brasil (R\$170 milhões), considerando os casos de neosporose.

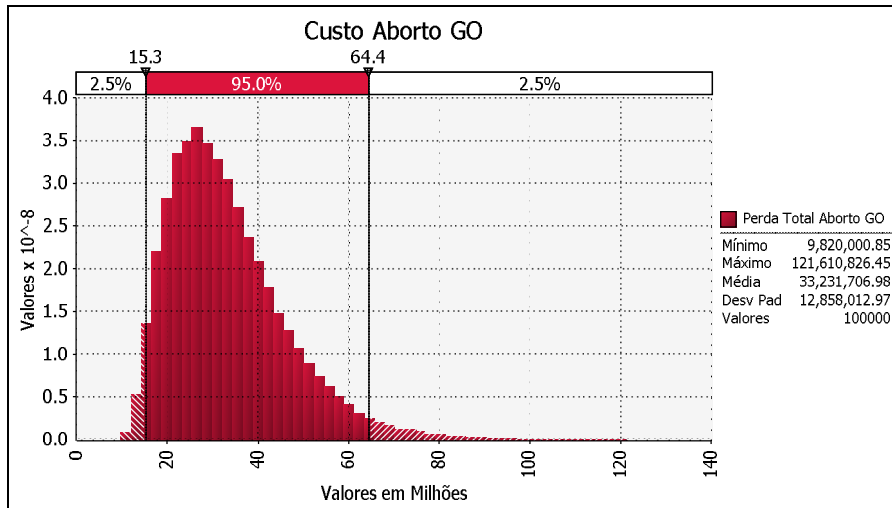


Figura 19. Estimativa do custo do aborto devido ao *Neospora caninum* em Goiás, 2014.

O custo total (aborto + produção de leite + descarte) da neosporose em Goiás foi estimado em R\$56 milhões (IC95%: R\$21 – R\$130.7 milhões) conforme visualizado na Figura 20. Este valor representa 19,4% do custo total da neosporose no Brasil.

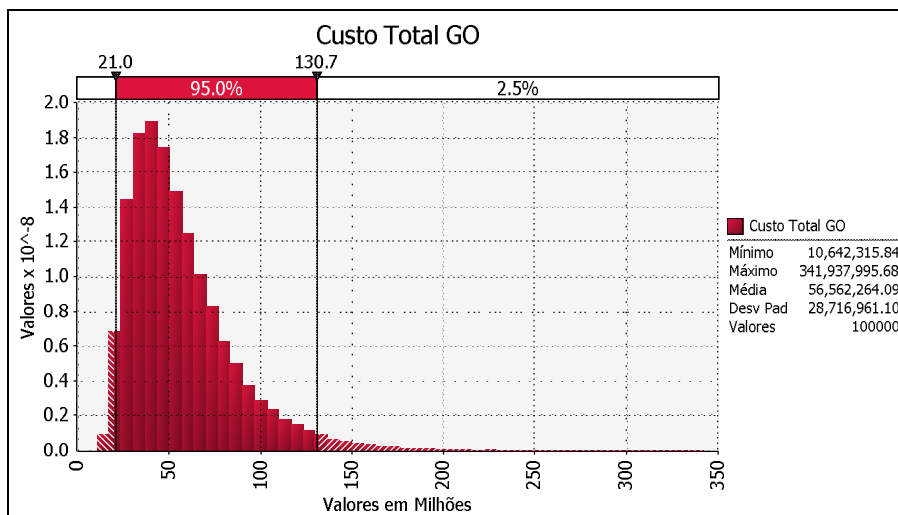


Figura 20. Estimativa do custo total devido à neosporose em Goiás, 2014.

A análise de sensibilidade ($R^2= 0,911$), conforme observado na Figura 21, demonstra que a variável com maior impacto no custo total é o risco de descarte seguido do valor da prevalência no estado e o custo de reposição do animal descartado.

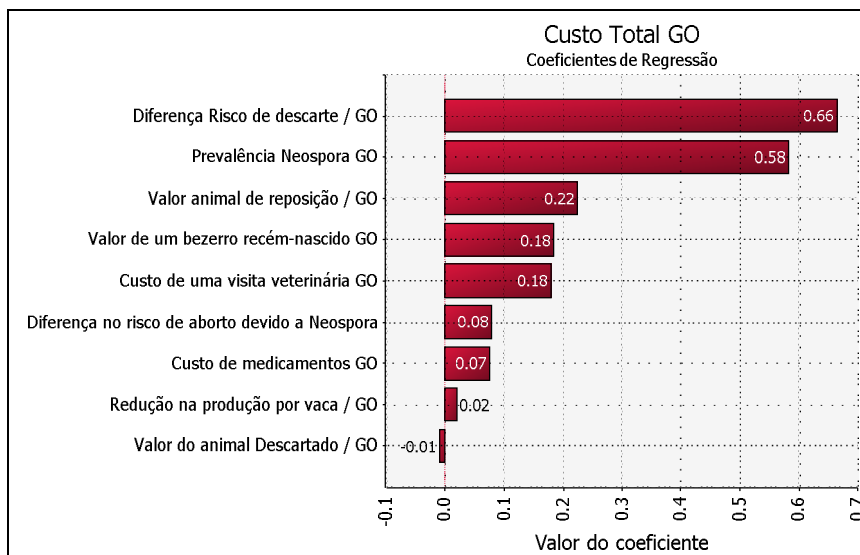


Figura 21. Análise de sensibilidade (regressão) das variáveis que compõem o modelo de estimativa do custo total devido à neosporose em rebanhos leiteiros de Goiás, 2014.

O custo do aborto em Goiás, quando estimado em litros de leite, representa 31.7 milhões de litros e o custo total 54 milhões de litros, tendo como base o preço médio líquido do litro de leite pago ao produtor em outubro de 2014 - R\$1,046 (CEPEA, 2014). A Tabela 24 sintetiza todos os resultados do custo da neosporose em Goiás.

Tabela 24. Custos do aborto e custo total devido ao *Neospora caninum* para a cadeia produtiva de leite e por animal em Goiás, 2014.

Goiás	Valor da Perda em reais	Perda em litros de leite (preço base R\$1,046)
Custo do Aborto		
Valor médio para a cadeia	R\$33.231.706 (15,3 – 64,4)	31,7 milhões de litros (14,6 – 61,6)
Valor máximo para a cadeia	R\$121.610.826,45	116,2 milhões de litros
Valor mínimo para a cadeia	R\$9.820.000,85	9,3 milhões de litros
Valor médio por animal	R\$12,34 (6,2 – 21,4)	11,7 litros (5,9 – 20,4)
Valor máximo por animal	R\$43,3	41,3 litros
Valor mínimo por animal	R\$3,6	3,4 litros
Custo Total		
Valor médio para a cadeia	R\$56.562.264,09 (21 – 130,7)	54 milhões de litros (20,7 – 124,2)
Valor máximo para a cadeia	R\$341.937.995,68	326,9 milhões de litros
Valor mínimo para a cadeia	R\$10.642.315,84	10,1 milhões de litros
Valor médio por animal	R\$23,0 (8,8 – 51,5)	22,0 litros
Valor máximo por animal	R\$123,6	118,1 litros
Valor mínimo por animal	R\$4,5	4,3 litros

5.4 – CUSTOS DO *NEOSPORA CANINUM* EM SÃO PAULO

O custo do aborto devido à neosporose para a cadeia produtiva de leite de São Paulo foi estimado em mais de R\$ 22 milhões de reais (IC95%: R\$ 11.3 – R\$38.1 milhões), conforme observado na Figura 22. Este valor representa 12,6% de toda a perda ocorrida no Brasil.

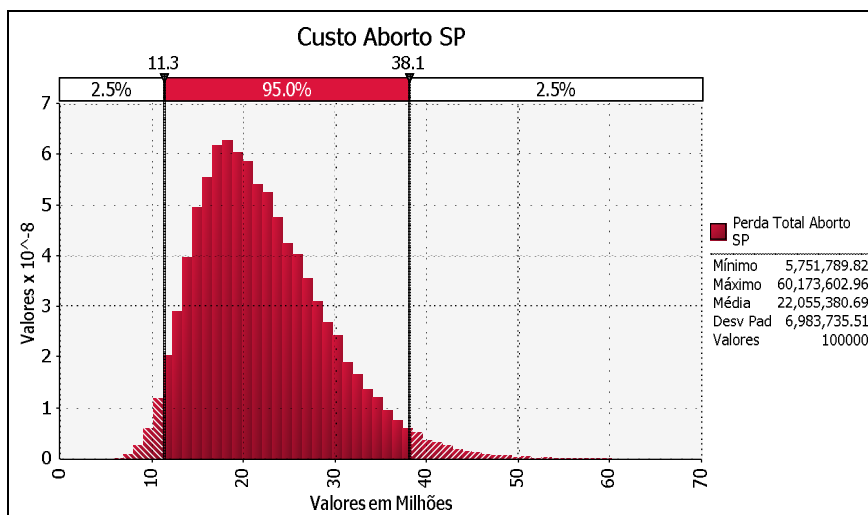


Figura 22. Estimativa do custo do aborto devido ao *Neospora caninum* em São Paulo.

O custo total (aborto + produção de leite + descarte) da neosporose em São Paulo foi estimado em R\$31 milhões (IC95%: R\$14.6 – R\$58.7 milhões) conforme visualizado na Figura 23. Este valor representa 10,7% do custo total estimado no Brasil.

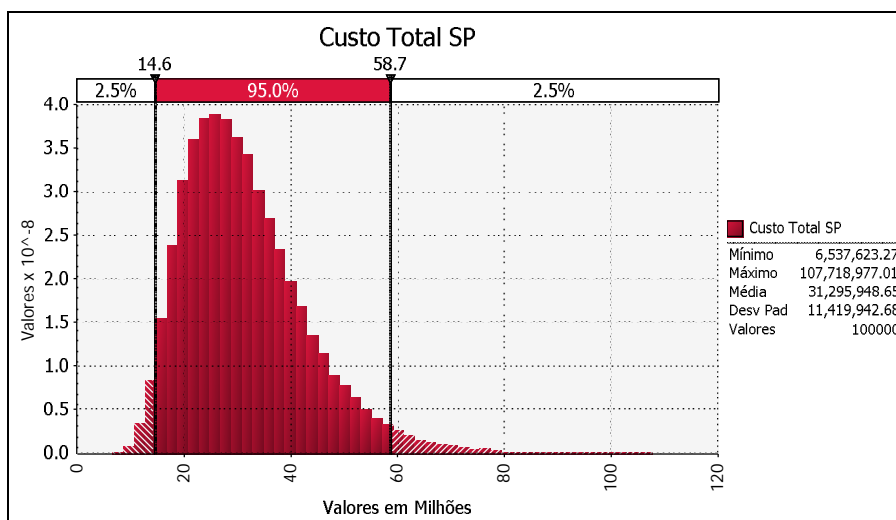


Figura 23. Estimativa do custo total devido à neosporose em São Paulo, 2014.

A Figura 24 demonstra os coeficientes de regressão ($R^2 = 0,944$) da análise de sensibilidade do modelo de custo total em São Paulo. A diferença no risco de descarte, a prevalência no estado e o valor da bezerra abortada são as variáveis que possuem as maiores relações com o resultado final.

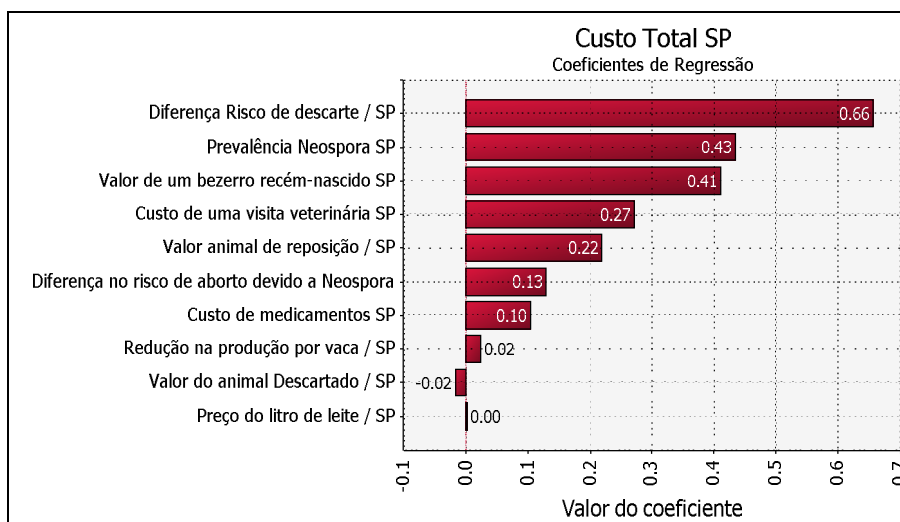


Figura 24. Análise de sensibilidade (regressão) das variáveis que compõem o modelo de estimativa do custo total devido à neosporose em rebanhos leiteiros de São Paulo, 2014.

O custo do aborto representa uma perda de 21,4 milhões de litros para a cadeia produtiva de São Paulo, baseando-se no preço médio líquido - R\$1,0282 - do litro de leite pago ao produtor no estado em outubro de 2014 (CEPEA, 2014). O custo total representa perdas de 30,4 milhões de litros.

A tabela 25 sintetiza os resultados do custo da neosporose em São Paulo.

Tabela 25. Custo do aborto e custo total devido ao *Neospora caninum* para a cadeia produtiva de leite e por animal em São Paulo, 2014.

São Paulo	Valor da Perda em reais	Perda em litros de leite (preço base R\$1,0282)
Custo do Aborto		
Valor médio para a cadeia	R\$22.055.380,69 (11,3 – 38,1)	21,4 milhões de litros (10,9 – 37)
Valor máximo para a cadeia	R\$60.173.602,96	58,5 milhões de litros
Valor mínimo para a cadeia	R\$5.751.789,82	5,5 milhões de litros
Valor médio por animal	R\$15,0 (7,7 – 25,9)	14,6 litros (7,4 – 25,0 litros)
Valor máximo por animal	R\$42,4	41,2 litros
Valor mínimo por animal	R\$4,2	4,0 litros
Custo Total		
Valor médio para a cadeia	R\$31.295.984,65 (14,6 – 58,7)	30,4 milhões de litros (14,1 – 57)
Valor máximo para a cadeia	R\$107.718.977,01	104 milhões de litros
Valor mínimo para a cadeia	R\$6.537.623,27	6,3 milhões de litros
Valor médio por animal	R\$23,1 (11,0 – 42,6)	22,5 litros (10,9 – 41,4)
Valor máximo por animal	R\$81,7	79,5 litros
Valor mínimo por animal	R\$5,3	5,2 litros

5.5 – CUSTOS DO *NEOSPORA CANINUM* NO PARANÁ

O custo do aborto devido à infecção pelo *Neospora caninum* para a cadeia produtiva de leite do Paraná foi estimado em R\$21 milhões de reais (IC95%: R\$ 10.2 – R\$41.4 milhões), conforme observado na Figura 25. Este valor representa 12,5% de toda a perda devido aos casos de abortos pelo *N. caninum* no Brasil.

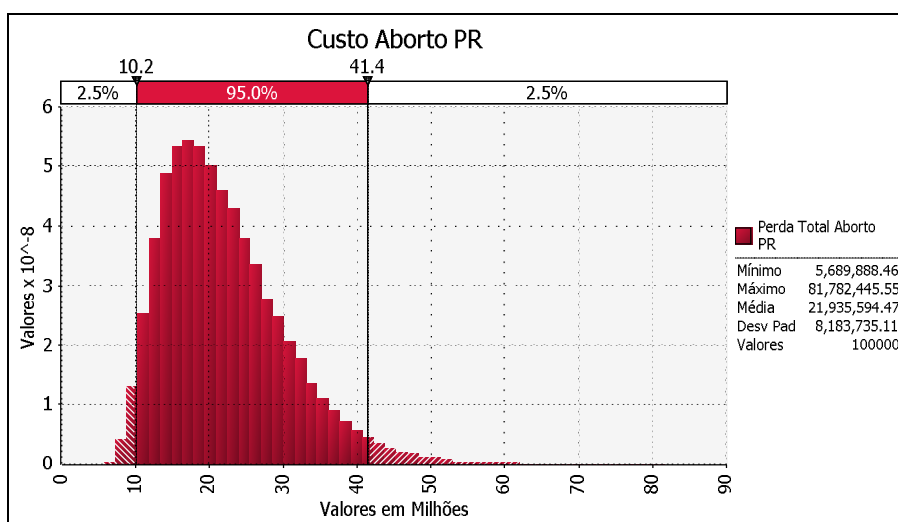


Figura 25. Estimativa do custo do aborto devido ao *Neospora caninum* no Paraná, 2014.

O custo total (aborto + produção de leite + descarte) da neosporose no Paraná foi estimado em R\$30 milhões (IC95%: R\$13.2 – R\$61.4 milhões), conforme visualizado na Figura 26. Este valor representa 10,5% do custo total da doença no Brasil.

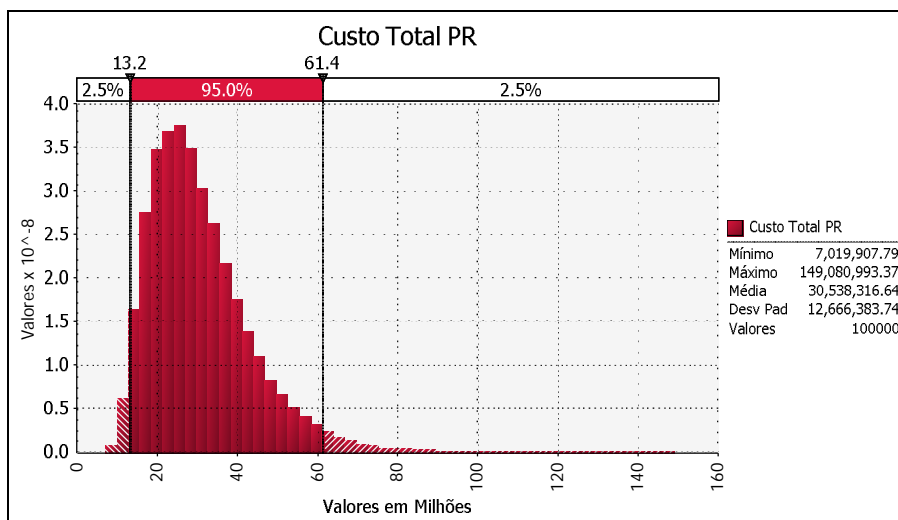


Figura 26. Estimativa do custo total devido à neosporose no Paraná, 2014.

A Figura 27 demonstra os coeficientes de regressão ($R^2 = 0,896$) da análise de sensibilidade das variáveis que compõem o modelo do custo total no Paraná. A diferença no risco de descarte, a

prevalência no estado e o valor da bezerra abortada são os que possuem maior impacto no resultado final.

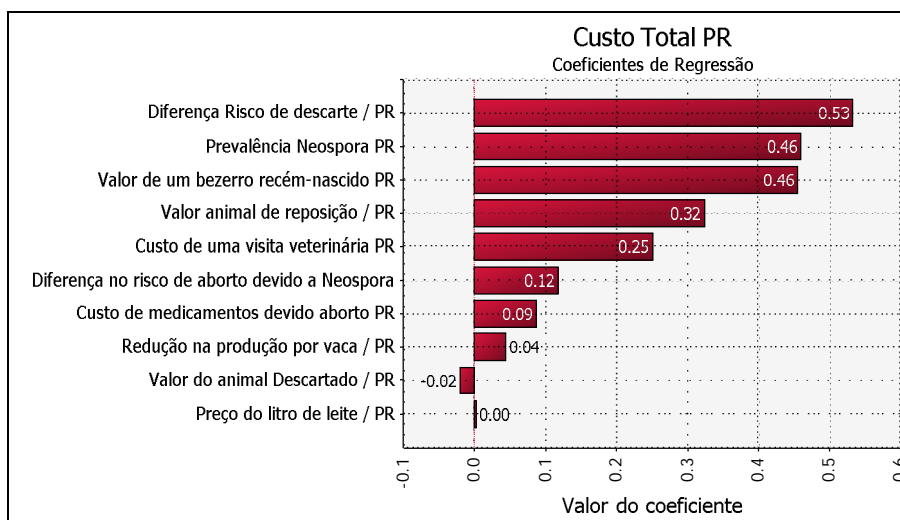


Figura 27. Análise de sensibilidade (regressão) das variáveis que compõem o modelo de estimativa do custo total devido à neosporose em rebanhos leiteiros do Paraná, 2014.

O custo do aborto e o custo total foram transformados em litros de leite, baseando-se no preço médio líquido do litro de leite pago ao produtor no estado em outubro de 2014 - R\$1,0061 (CEPEA, 2014). Estes custos representam, para a cadeia produtora de leite, uma perda de 21,7 milhões de litros de leite ao ano, nos casos de aborto e de 30,3 milhões de litros pelo custo total. A tabela 26 sintetiza os resultados do custo da neosporose no Paraná.

Tabela 26. Custo do aborto e custo total devido ao *Neospora caninum* para a cadeia produtiva de leite e por animal no Paraná, 2014.

Paraná	Valor da Perda em reais	Perda em litros de leite (preço base R\$1,0061)
Custo do Aborto		
Valor médio para a cadeia	R\$21.935.594,47 (10,2 – 41,4)	21,8 milhões de litros (10 – 41,1)
Valor máximo para a cadeia	R\$81.782.445,55	81,2 milhões de litros
Valor mínimo para a cadeia	R\$5.689.888,46	5,6 milhões de litros
Valor médio por animal	R\$13,5 (6,2 – 25,5)	13,4 litros (6,1 – 25,3)
Valor máximo por animal	R\$46,8	46,6 litros
Valor mínimo por animal	R\$3,81	3,7 litros
Custo Total		
Valor médio para a cadeia	R\$30.538.316,64 (13,2 – 61,4)	30,3 milhões de litros (12,9 – 60,6)
Valor máximo para a cadeia	R\$149.080.993,37	148 milhões de litros
Valor mínimo para a cadeia	R\$7.019.907,79	6,9 milhões de litros
Valor médio por animal	R\$22,2 (9,6 – 43,2)	22 litros (9,5 – 42,9)
Valor máximo por animal	R\$98,2	97,6 litros
Valor mínimo por animal	R\$4,5	4,5 litros

5.6 – CUSTOS DO *NEOSPORA CANINUM* NA BAHIA

O custo do aborto devido à neosporose para a cadeia produtiva de leite da Bahia foi estimado em R\$20,7 milhões (IC95%: R\$8.8 – R\$41.1 milhões), conforme observado na Figura 28. Este valor representa 11,8% da perda estimada pelos casos de aborto no Brasil.

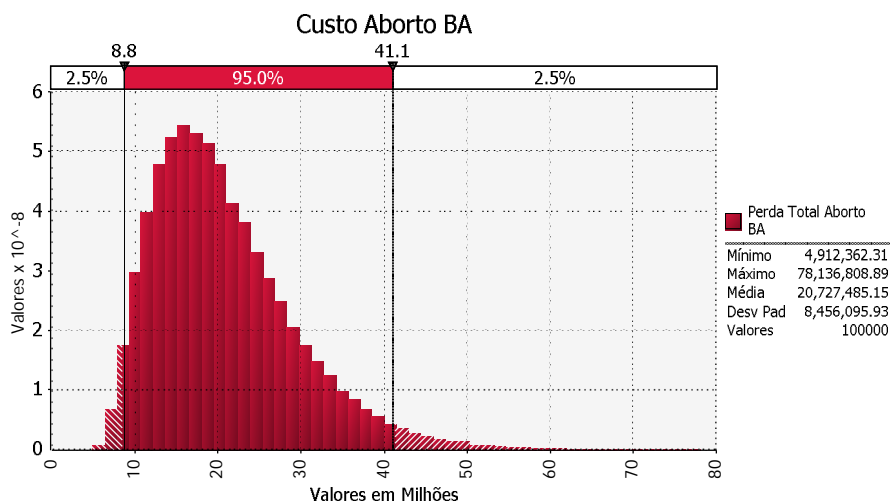


Figura 28. Estimativa do custo do aborto devido ao *Neospora caninum* na Bahia.

O custo total (aborto + produção de leite + descarte) da neosporose na Bahia foi estimado em R\$33.4 milhões (IC95%: R\$12.0 – R\$74.7 milhões) conforme visualizado na Figura 29. Este valor representa 11,4% do custo total estimado no Brasil.

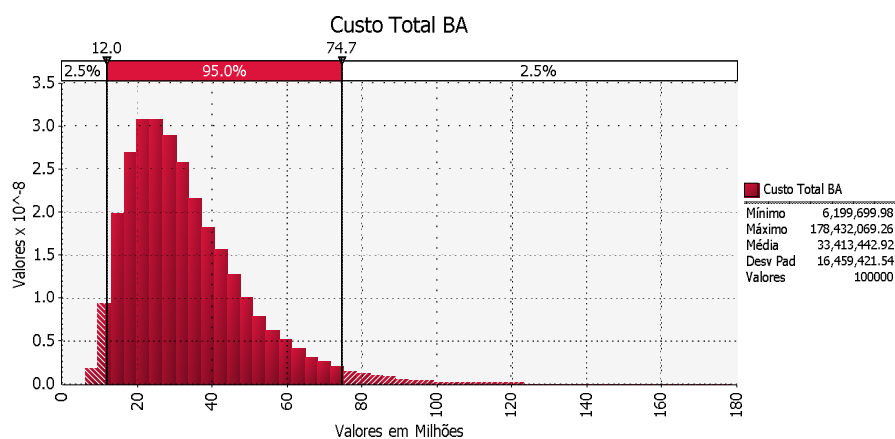


Figura 29. Estimativa do custo total devido à neosporose na Bahia, 2014.

A Figura 30 demonstra os coeficientes de regressão ($R^2 = 0,931$) da análise de sensibilidade das variáveis que compõem o modelo do custo total na Bahia. A diferença no risco de descarte, a prevalência no estado e o valor da bezerra abortada são as variáveis que possuem maior relação com o resultado final.

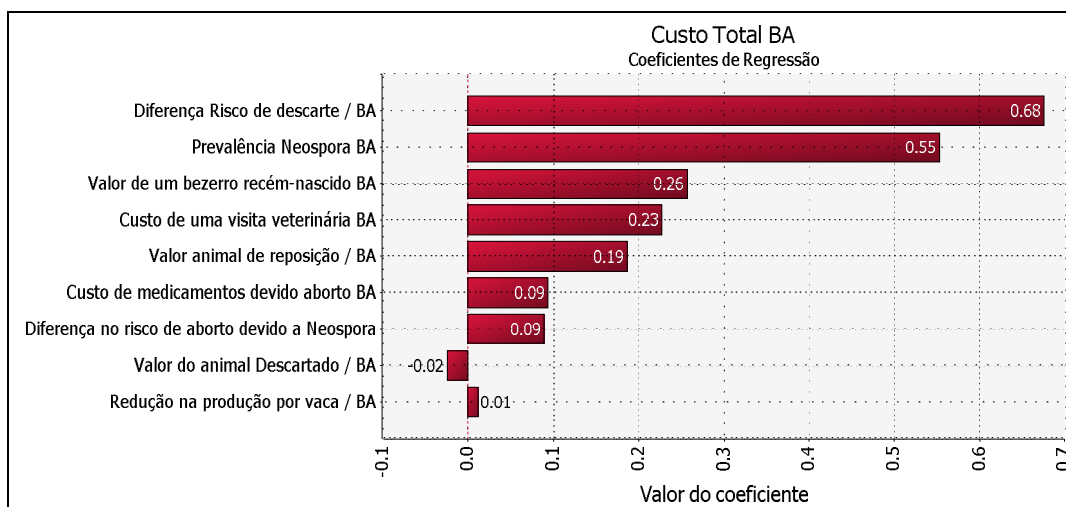


Figura 30. Análise de sensibilidade (regressão) das variáveis que compõem o modelo de estimativa do custo total devido à neosporose em rebanhos leiteiros da Bahia, 2014.

O custo do aborto transformado em litros de leite, baseando-se no preço médio líquido do litro de leite pago ao produtor no estado em outubro de 2014 - R\$ 1,0238 (CEPEA, 2014) - representa para a cadeia produtora de leite da Bahia uma perda de 16.3 milhões de litros de leite ao ano. O custo total totaliza uma perda 26.2 milhões de litros de leite.

A tabela 27 sintetiza os resultados do custo da neosporose na Bahia.

Tabela 27. Custo do aborto e custo total devido ao *Neospora caninum* para a cadeia produtiva de leite e por animal na Bahia, 2014.

Bahia	Valor da Perda em reais	Perda em litros de leite (preço base R\$1,0238)
Custo do Aborto		
Valor médio para a cadeia	R\$20.727.485,15 (8,8 – 41,1)	20,4 milhões de litros (8 – 40,9)
Valor máximo para a cadeia	R\$78.136.808,89	76,3 milhões de litros
Valor mínimo para a cadeia	R\$4.912.362,31	4,7 milhões de litros
Valor médio por animal	R\$10,6 (4,4 – 21,9)	10,3 litros (4,1 – 21,7 litros)
Valor máximo por animal	R\$40,8	39,8 litros
Valor mínimo por animal	R\$4,3	4,2 litros
Custo Total		
Valor médio para a cadeia	R\$33.413.442,92 (10,9 – 58,9)	32,6 milhões de litros (10,5 – 58,1)
Valor máximo para a cadeia	R\$178.432.069,26	174,2 milhões de litros
Valor mínimo para a cadeia	R\$6.199.699,98	6,0 milhões de litros
Valor médio por animal	R\$18,0 (6,7 – 39,6)	17,5 litros (6,2 – 39,0)
Valor máximo por animal	R\$91,7	89,5 litros
Valor mínimo por animal	R\$8,5	8,3 litros

5.7 – CUSTOS DO *NEOSPORA CANINUM* EM SANTA CATARINA

O custo do aborto devido à neosporose para a cadeia produtiva de leite de Santa Catarina foi estimado em mais de R\$10 milhões (IC95%: R\$4.7 – R\$19.4 milhões), conforme observado na Figura 31. Este valor representa 5,9% de toda a perda ocasionada pelos abortos devido à neosporose no Brasil.

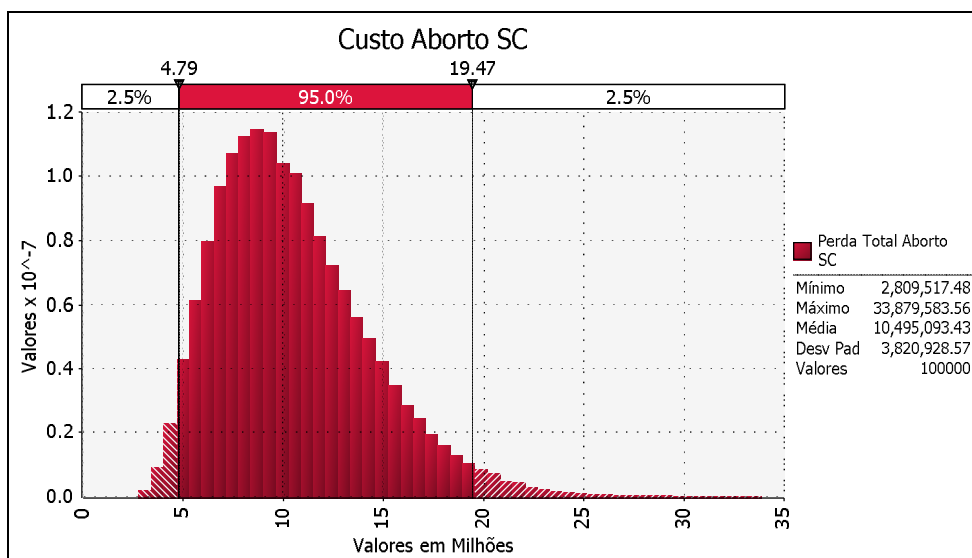


Figura 31. Estimativa do custo do aborto devido ao *Neospora caninum* em Santa Catarina, 2014.

O custo total (aborto + produção de leite + descarte) da neosporose em Santa Catarina foi estimado em R\$17 milhões (IC95%: R\$6.9 – R\$38.4 milhões) conforme visualizado na Figura 32, representando 6,1% do custo total no Brasil.

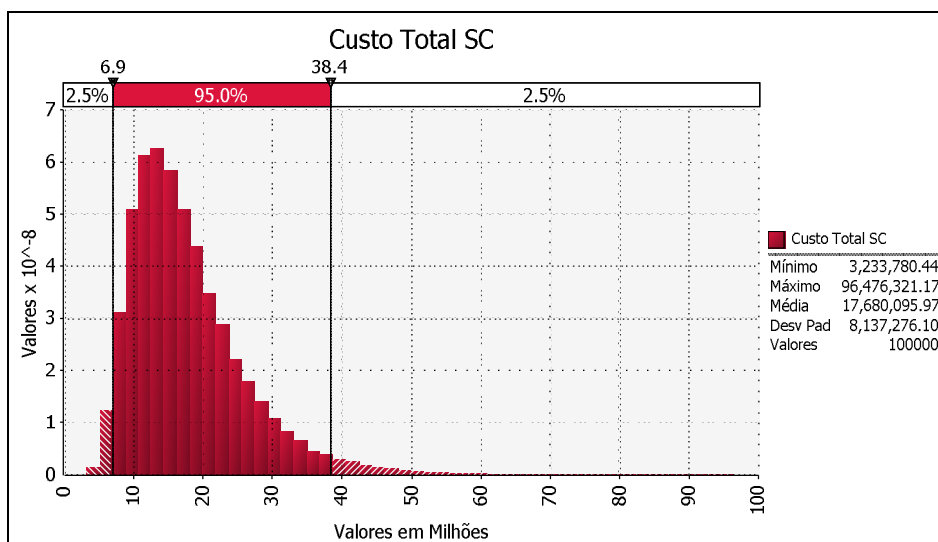


Figura 32. Estimativa do custo total devido à neosporose em Santa Catarina, 2014.

A Figura 33 demonstra os coeficientes de regressão ($R^2 = 0,923$) da análise de sensibilidade das variáveis que compõem o modelo do custo total em Santa Catarina. A diferença no risco de descarte, a prevalência e o valor do bezerro abortado possuem as maiores relações com o resultado final no estado.

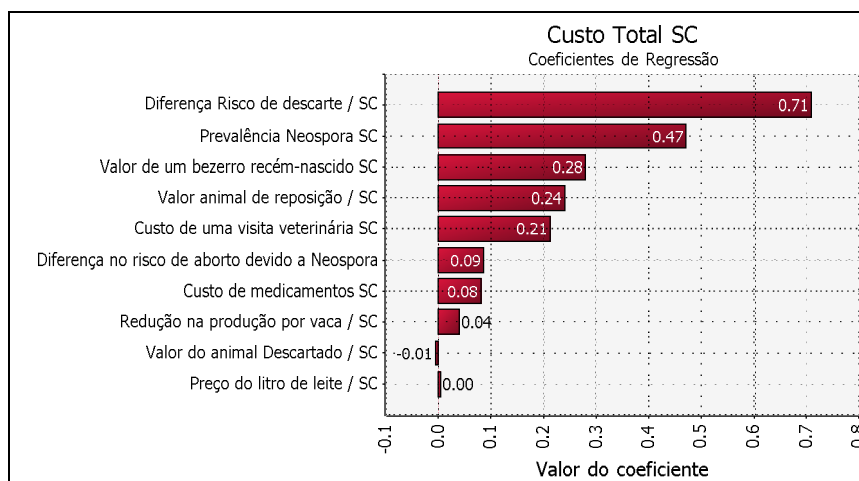


Figura 33. Análise de sensibilidade (regressão) das variáveis que compõem o modelo de estimativa do custo total devido à neosporose em rebanhos leiteiros de Santa Catarina, 2014.

O custo do aborto e o custo total foram transformados em litros de leite, baseando-se no preço médio líquido do litro de leite pago ao produtor no estado em outubro de 2014 - R\$0,9658 - (CEPEA, 2014). Estas perdas representam, para a cadeia produtora de leite de Santa Catarina, 10.8 milhões de litros de leite nos casos de aborto e 18.3 milhões de litros devido ao custo total da doença. A tabela 28 sintetiza os resultados do custo da neosporose em Santa Catarina.

Tabela 28. Custo do aborto e custo total devido ao *Neospora caninum* para a cadeia produtiva de leite e por animal em Santa Catarina, 2014.

Santa Catarina	Valor da Perda em reais	Perda em litros de leite (preço base R\$0,9658)
Custo do Aborto		
Valor médio para a cadeia	R\$10.495.093,43 (4,7 – 19,4)	10,8 milhões de litros (4,9 – 20,1)
Valor máximo para a cadeia	R\$33.879.583,56	35 milhões de litros
Valor mínimo para a cadeia	R\$2.809.517,48	2,9 milhões de litros
Valor médio por animal	R\$9,73 (4,4 – 18,1)	10 litros (4,6 – 18,7)
Valor máximo por animal	R\$30,59	31,67 litros
Valor mínimo por animal	R\$2,3	2,4 litros
Custo Total		
Valor médio para a cadeia	R\$17.680.095,97 (6,9 – 38,4)	18,3 milhões de litros (7,1 – 39,3)
Valor máximo para a cadeia	R\$96.476.321,17	99,8 milhões de litros
Valor mínimo para a cadeia	R\$3.233.780,44	3,3 milhões de litros
Valor médio por animal	R\$19,2 (7,8 – 39,8)	19,9 (8 – 41,2)
Valor máximo por animal	R\$104,2	107,9 litros
Valor mínimo por animal	R\$3,2	3,3 litros

5.8 – CUSTOS DO *NEOSPORA CANINUM* NO RIO GRANDE DO SUL

O custo do aborto devido à neosporose para a cadeia produtiva de leite no Rio Grande do Sul foi estimado em R\$10.1 milhões de reais (IC95%: R\$5.0 – R\$18.3 milhões), conforme a Figura 34. Este valor representa 5,7% de toda a perda ocorrida no Brasil.

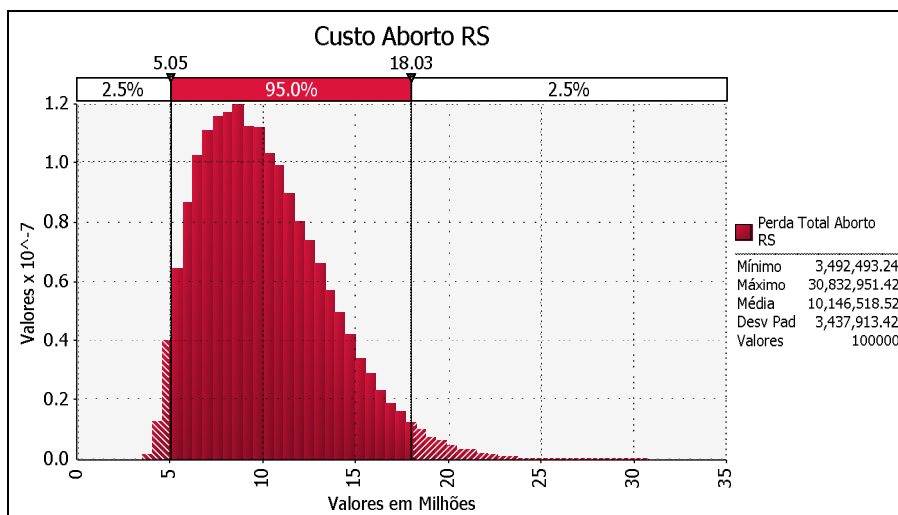


Figura 34. Estimativa do custo do aborto devido ao *Neospora caninum* no Rio Grande do Sul, 2014.

O custo total (aborto + produção de leite + descarte) da neosporose no Rio Grande do Sul foi estimado em R\$16 milhões (IC95%: R\$7.3 – R\$34.3 milhões) conforme visualizado na Figura 35. Este valor representa 5,8 % do custo total no Brasil.

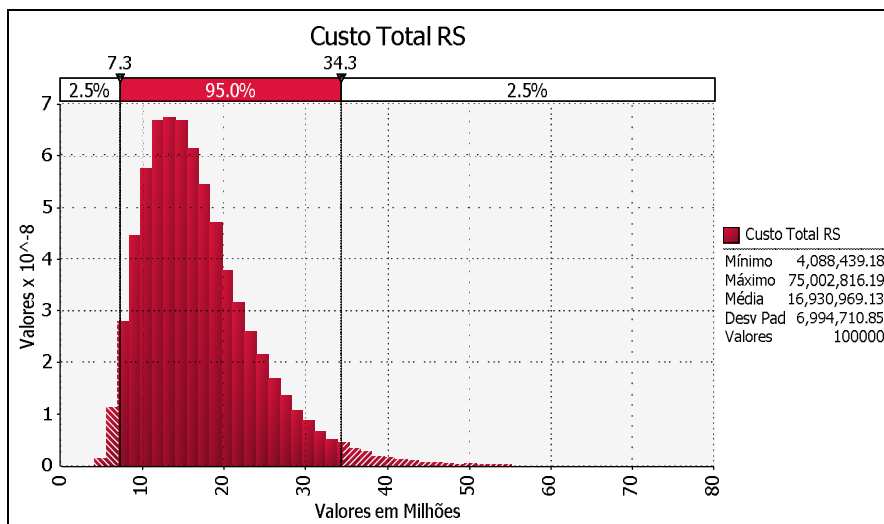


Figura 35. Estimativa do custo total devido à neosporose no Rio Grande do Sul, 2014.

A Figura 36 demonstra os coeficientes de regressão ($R^2 = 0,941$) da análise de sensibilidade das variáveis que compõem o modelo do custo total no Rio Grande do Sul. A diferença no risco de descarte, o valor da bezerra abortada e o custo de reposição de um animal descartado são as que possuem maior relação com o resultado final no estado.

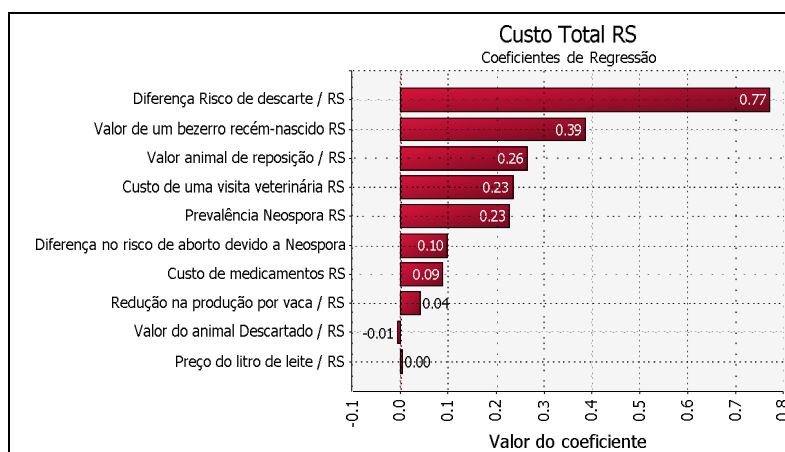


Figura 36. Análise de sensibilidade (regressão) das variáveis que compõem o modelo de estimativa do custo total devido à neosporose em rebanhos leiteiros do Rio Grande do Sul, 2014.

O custo do aborto e o custo total transformados em litros de leite, baseando-se no preço médio líquido do litro de leite pago ao produtor em outubro de 2014 - R\$0,9227 (CEPEA, 2014), representam para a cadeia produtora de leite do Rio Grande do Sul perdas de 10.9 milhões de litros e 18.3 milhões de litros respectivamente. A tabela 29 sintetiza os resultados do custo da neosporose no Rio Grande do Sul.

Tabela 29. Custo do aborto e custo total devido ao *Neospora caninum* para a cadeia produtiva de leite e por animal no Rio Grande do Sul, 2014.

Rio Grande do Sul	Valor da Perda em reais	Perda em litros de leite (preço base R\$0,9227)
Custo do Aborto		
Valor médio para a cadeia	R\$10.146.518,52 (5,0 – 18,3)	10,9 milhões de litros (5,4 – 19,5)
Valor máximo para a cadeia	R\$30.832.951,42	32,9 milhões de litros
Valor mínimo para a cadeia	R\$3.492.493,24	3,7 milhões de litros
Valor médio por animal	R\$6,69 (3,3 – 11,9)	7,25 litros (3,6 – 12,9)
Valor máximo por animal	R\$20,0	21,7 litros
Valor mínimo por animal	R\$2,3	2,49 litros
Custo Total		
Valor médio para a cadeia	R\$16.930.969,13 (7,3 – 34,3)	18,3 milhões de litros (7,6 – 37,1)
Valor máximo para a cadeia	R\$75.002.816,19	81,2 milhões de litros
Valor mínimo para a cadeia	R\$4.088.439,18	4,4 milhões de litros
Valor médio por animal	R\$13,0 (5,7 – 25,3)	14,18 litros (6,2 – 27,4)
Valor máximo por animal	R\$50,3	54,5 litros
Valor mínimo por animal	R\$2,8	3,1 litros

6. DISCUSSÃO

Atualmente, a neosporose encontra-se difundida por todos os estados brasileiros (Locatelli-Dittrich *et al.*, 2001; Corbellini *et al.*, 2002; Sartor *et al.*, 2003; Gennari, 2004; Nicolino, 2011; Galvão *et al.*, 2011). Uma das grandes dificuldades observadas no controle da infecção pelo *Neospora caninum* no Brasil deve-se às diferentes formas de produção e manejos praticadas por todo o país. A forma extensiva de produção faz com que os animais tenham um maior contato com o ambiente contaminado pelos oocistos esporulados, que foram liberados pelos hospedeiros definitivos domésticos e silvestres (Dubey e Schares, 2011).

Do mesmo modo, praticamente todas as propriedades leiteiras no Brasil possuem cães de estimação com taxas de prevalência da infecção entre 10 – 20% (Filho *et al.*, 2008; Locatelli-Dittrich *et al.*, 2008; Varandas *et al.*, 2009; Nogueira, 2013) e livre acesso à todas as instalações, mantendo contato direto com os animais e com os restos biológicos dos abortos que ocorrem no pasto, sem o conhecimento do produtor. Este cenário acaba favorecendo a transmissão horizontal dentro do rebanho e a inserção do agente infeccioso em rebanhos anteriormente livres, já que não existe um controle da circulação dos cães errantes (Dubey *et al.*, 2007; Cruz *et al.*, 2011).

O aborto é o principal sintoma que uma vaca doente apresenta e a principal causa das perdas econômicas associadas ao *Neospora caninum* em rebanhos leiteiros de todo o mundo (Reichel *et al.*, 2013). O resultado da meta-análise, Tabela 17, demonstra uma diferença média no risco de aborto em animais soropositivos de rebanhos leiteiros no Brasil de 10,04%, (0,091 – 0,118), com o teste de heterogeneidade I² de Higgins de 0%, cumprindo o pressuposto da homogeneidade entre os resultados dos vários trabalhos inseridos na análise (Higgins *et al.*, 2003).

Este resultado é entendido como o aumento médio no risco de aborto para os animais positivos dentro do rebanho devido a neosporose, sem distinção de número de lactações em um cenário endêmico da doença, tendo em vista que os dados dos artigos que compõem a meta-análise não reportam cenários epidêmicos de abortos ou distinção de lactações. Para um momento de epidemia, com a infecção primária em um rebanho previamente livre da doença, a diferença do risco de aborto entre os animais soropositivos e soronegativos dentro do rebanho tende a ser mais elevada.

O cálculo da diferença do risco de aborto não é uma medida de associação usualmente realizada em trabalhos científicos que buscam associar o quadro de aborto e a infecção pelo *Neospora caninum*, que em sua grande maioria optam por discutir os resultados da *Odds Ratio*. Ao ser inserida como medida de risco específico na modelagem econômica, a *Odds Ratio* origina um erro de estimativa, já que esta varia mais quanto maior for a prevalência da doença, ocasionando cálculos imprecisos do custo final e estabelecimentos errôneos das medidas de controle e prevenção economicamente viáveis para o local de estudo (ZHANG *et al.*, 1998).

Os trabalhos realizados no Canadá por Haddad, (2005) e Argentina por Moore *et al.*, (2013), estimaram a diferença no risco de aborto devido ao *Neospora caninum* em 18% e 16%, respectivamente. Esta diferença em relação ao presente trabalho, cujo resultado foi de 10,04% (0,091 – 0,118), pode ser explicada pela diferença na genética, manejo, produção e níveis de prevalência dentro dos rebanhos leiteiros de cada país, além de características ambientais aos quais os animais são submetidos, causando maiores ou menores níveis de estresse. Tanto os rebanhos canadenses quanto os argentinos têm como raças dominantes as europeias, enquanto que

no Brasil, o predominante nas regiões Norte e Centro-Oeste são as raças mestiças, com maior rusticidade. Já nas regiões Sudeste e Sul, o predominante são as raças europeias.

Observa-se na Tabela 17 que não ocorre grande diferença entre os resultados devido aos diferentes métodos diagnósticos empregados nos trabalhos participantes da meta-análise, o que poderia ser associado às diferenças nas sensibilidades e especificidades inerentes de cada método diagnóstico. Os resultados de Imunofluorescência direta variaram de 8,7% a 21,5%, em diferentes estados do Brasil. Já os testes de ELISA encontraram uma diferença média de 12% e 16%, e apenas o trabalho de Corbellini *et al.*, (2006), no Rio Grande do Sul, utilizou como método diagnóstico a técnica de Imunohistoquímica, chegando ao valor de 16% para a diferença no risco de aborto, resultado similar aos das técnicas de ELISA e Imunofluorescência em diferentes trabalhos do mesmo estado.

O resultado aponta que a diferença no risco de aborto não ocorre apenas pelo método diagnóstico utilizado, mas também por uma diferença ligada a região estudada, grupo de animais em risco e fator temporal de análise, gerando o valor médio para os animais soropositivos em rebanhos leiteiros do Brasil em um quadro endêmico da doença.

Um aumento médio de 10,04% (0,091 – 0,118) no risco de aborto específico dos animais soropositivos representa em um cenário prático para a cadeia produtiva de leite no Brasil, um total de 474 mil abortos, em uma prevalência média de 20% em rebanhos leiteiros e um total de 22.803.519 vacas em lactação no ano de 2012, segundo os dados da Pesquisa Pecuária Municipal, (IBGE, 2013).

Considerando que esse resultado representa um sintoma clínico de apenas uma doença dentre as dezenas que ocorrem nos rebanhos leiteiros, o manejo sanitário, corretamente realizado dentro do sistema de produção, poderia diminuir drasticamente os casos de abortos e as perdas econômicas. O valor da meta-análise estimado pelo presente trabalho abre uma perspectiva de um resultado mais fidedigno para a realidade brasileira em relação ao custo da neosporose em rebanhos leiteiros.

6.1 – O CUSTO DO ABORTO DEVIDO AO *NEOSPORA CANINUM* NO BRASIL

O custo do aborto devido ao *Neospora caninum* para a cadeia produtiva de leite no Brasil foi estimado em R\$175 milhões de reais (R\$122.9 – R\$246.2 milhões), Figura 14, cálculo semelhante ao de Reichel *et al.*, (2013), cujas perdas em rebanhos leiteiros brasileiros foram estimadas em US\$51 milhões ou R\$127 milhões, com cotação do dólar a R\$2,50. Este valor representa 0,51% do valor da cadeia produtiva de leite no Brasil, segundo os dados do CEPEA (2011), percentual bastante elevado quando pensamos que esta é uma parte da perda relativa apenas a uma doença.

É importante destacar que o trabalho de Reichel *et al.*, (2013) utilizou como medida específica de risco de abortamento o valor de 14,30% com grande intervalo de confiança (IC 95%: 0,6 – 39,40). Este valor utilizado para estimar o custo do aborto no Brasil foi obtido a partir das estimativas das *Odds Ratios* de outros países envolvidos no estudo (Reichel *et al.*, 2013) já que não existia uma medida específica para o rebanhos brasileiros, podendo acarretar um erro na estimativa do valor final (Zhang *et al.*, 1998).

A análise de sensibilidade estima, através do coeficiente de regressão, como as variáveis de entrada (explicativas) do modelo de custo da neosporose impactam e causam mudanças na

variável de saída (custo do aborto e custo total). Na análise de sensibilidade para o Custo do aborto devido à neosporose no Brasil ($R^2=0,962$), Figura 15, as variáveis com maiores influências de mudanças no valor do custo do aborto no Brasil foram: o preço do bezerro em Minas Gerais, a prevalência da doença em Minas Gerais e o custo da visita de um veterinário em Minas Gerais, demonstrando uma clara importância e peso do estado no custo final do aborto.

Apesar de Minas Gerais não possuir as maiores prevalências da doença, o seu grande número de vacas ordenhadas, 25% das vacas ordenhadas no Brasil, foi fator determinante para que o custo do aborto no estado, R\$56 milhões (21 – 116), Figura 18, fosse o maior entre todos os estados e que suas variáveis causassem as maiores mudanças no valor final do custo do aborto. Os estados de Goiás (R\$33 milhões), São Paulo (R\$22 milhões), Paraná (R\$21.9 milhões) e Bahia (R\$20.7 milhões) possuem as maiores perdas depois de Minas Gerais.

O Rio Grande do Sul, apesar de possuir o quarto maior rebanho de vacas ordenhadas do Brasil, foi o estado com o menor custo do aborto, R\$10.1 milhões (R\$5 – R\$18 milhões), Figura 36, praticamente metade do custo observado em São Paulo e Paraná. Este resultado pode ser atribuído às baixas prevalências da doença e sua maior especialização, ressaltada através da produtividade animal, 2.670 litros de leite por vaca ordenhada, mais de mil litros, por vaca, acima da produtividade observada em Minas Gerais, 1.570 litros.

Cenário similar é observado em Santa Catarina, com perdas estimadas em R\$ 10.4 milhões (R\$4.7 – R\$19.4 milhões), Figura 33, e apesar de possuir a menor quantidade de vacas ordenhadas entre os estados participantes, 4,9% do total brasileiro, possui uma produção de leite que representa 8,5% da produção nacional e a segunda maior produtividade do país, 2.521 litros por vaca, atrás apenas do Rio Grande do Sul.

Um cenário observado após a entrevista pessoal com médicos veterinários especialistas em doenças da reprodução e de rebanhos leiteiros é a baixa comunicação do caso de aborto esporádico no rebanho e, conseqüentemente, visita do profissional médico veterinário. É relatado que apenas nos casos em que ocorrem os surtos de abortos, o profissional era solicitado para visitar a propriedade a fim de diagnosticar o problema. Este panorama acaba por criar um preço chamado “sombra” para o custo do aborto nos rebanhos leiteiros, que passa a ser menor do que ocorreria caso os médicos veterinários fossem chamados na propriedade. Porém, este custo “aparentemente” menor representa um custo denominado de “custo da negligência”, pois sem o correto diagnóstico da doença e das medidas de controle da doença, a neosporose se propaga pelo rebanho causando prejuízos ainda maiores.

O custo médio por animal dos casos de aborto pelo *Neospora caninum* no Brasil, Tabela 22, foi estimado em R\$11,2 (R\$8 – R\$14). O maior custo médio foi estimado em São Paulo, R\$15,1 (R\$7 – R\$25), Tabela 25, em grande parte pelo fato do preço estimado da bezerra abortada no estado ser o segundo maior no Brasil, ficando apenas atrás do Paraná, que por sua vez possui o segundo maior custo médio por animal R\$13,5 (R\$6 – R\$25), Tabela 26, mas com prevalências reportadas menores do que São Paulo. Assim como no custo do aborto para a cadeia produtiva, o Rio Grande do Sul, Tabela 29, apresentou os menores custos por animal R\$6,6 (R\$3 – R\$11), reflexo das baixas prevalências reportadas no estado.

Minas Gerais, apesar de possuir o maior custo devido ao aborto para a cadeia produtiva, possui custos médios por animal de R\$9,9 (R\$3,8 – R\$20,5), Tabela 23, demonstrando que apesar do custo ser alto no rebanho, devido à grande quantidade de animais ordenhados, dentre as faixas de

preço praticadas dentro do estado, o custo por animal é o terceiro menor, ficando à frente do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Estes dados são fundamentais nas análises de custo-benefício.

O custo do aborto devido à neosporose no Brasil, quando transformadas em litros de leite, é estimado em 174 (121 – 244) milhões de litros, Tabela 22, perdas maiores que o volume de leite produzido individualmente pelo Acre, Amazonas, Roraima, Amapá, Piauí e Paraíba, e metade da produção destes mesmos estados quando somados (338 milhões de litros de leite). Para a cadeia produtiva de leite no Brasil, cuja produção total foi de 32 bilhões de litros no ano de 2012 (IBGE, 2013), esta perda representa 0,5% de toda a produção de leite do Brasil, volume expressivo por estar relacionado somente a um fator de uma única doença.

O custo do aborto por estado, transformado em litros de leite, representa em base a produção total de leite de cada estado segundo os dados de 2012 do IBGE (2013): 1,9% da produção da Bahia, 1,3% do produzido por São Paulo, 0,9% de Goiás, 0,6% em Minas Gerais, 0,5% no Paraná, 0,4% em Santa Catarina e 0,25% no Rio Grande do Sul.

A Bahia e São Paulo possuem um impacto para a cadeia produtiva de leite sete e cinco vezes, respectivamente, maiores que o estimado para o Rio Grande do Sul, Tabela 29. Estas diferenças associadas aos preços praticados no momento de análise influenciam diretamente as análises de custo-benefício para as medidas de controle e prevenção, que podem ser adotadas em cada estado (Bennett *et al.*, 1999; Otte e Chilonda, 2000; Rushton, 2009). Deve-se analisar se o alto impacto estimado para as cadeias produtivas da Bahia e São Paulo pode ser traduzido em uma maior necessidade, e possível benefício, em se adotar medidas de controle e prevenção da doença em relação ao Rio Grande do Sul, por exemplo.

Além disto, a transformação dos dados em valores de litros de leite, baseada sempre no preço de momento, possibilitará que futuras análises nos mesmos estados, ou até mesmo análises realizadas em outros países e regiões, passem a ser comparáveis, pois demonstram quantos litros de leite representam a perda estimada.

6.2 – O CUSTO TOTAL DEVIDO AO *NEOSPORA CANINUM* NO BRASIL

O custo total (aborto + produção de leite + descarte prematuro) da neosporose no Brasil foi estimado em R\$291 milhões (R\$189 – R\$448 milhões), Figura 16, valor que representa 0,85% de todo o valor da cadeia produtiva de leite (R\$34 bilhões) no Brasil, segundo dados do CEPEA, (2011). Estes valores são similares ao reportados para a cadeia produtiva da Austrália no ano de 2000, U\$ 100 milhões (Pfeiffer *et al.*, 2000). A perda de R\$291 milhões para a cadeia produtiva é similar a todo o valor da produção de leite do Tocantins, R\$255 milhões no ano de 2013, estado com mais de 132 mil pessoas ocupadas dentro de estabelecimentos agropecuários, segundo os dados do Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2006).

O valor máximo do custo total da neosporose no Brasil, R\$774 milhões de reais, Figura 16, apesar de possuir uma baixa probabilidade estatística de ocorrer, é maior que o valor de produção de leite em 16 das 27 unidades federativas no Brasil, segundo os dados da Pesquisa Pecuária Municipal do ano de 2013 (IBGE, 2015). Entretanto, valor do limite superior do intervalo de confiança do custo total no Brasil, R\$448 milhões, consegue ser superior ao valor da produção de leite em 12 das 27 unidades federativas do Brasil (IBGE, 2015), demonstrando uma clara importância e necessidade de estimar os custos da doença dentro dos sistemas de produção de leite no Brasil.

Na análise de sensibilidade para o custo total da neosporose no Brasil ($R^2=0,923$), Figura 17, as variáveis com maiores influências no valor final foram: a diferença no risco de descarte em Minas Gerais, a prevalência em Minas Gerais e a diferença no risco de descarte em Goiás. Além disso, as variáveis de diferenças no risco de descarte nos demais estados foram todas significativas e com uma influência no resultado final acima das diferenças no risco de aborto e de diminuição de produção de leite. Este resultado confirma a observação feita por Dubey *et al.*, (2007), que apesar dos maiores custos serem dos casos de aborto, R\$175 milhões (122.9 – 246.2), o descarte prematuro, custo de R\$99 milhões (5.5 – 606), é a variável com maior capacidade de impactar o custo total da doença, Figura 17, e com maiores custos quando chegamos aos valores máximos possíveis.

O maior custo total da neosporose ocorre em Minas Gerais, R\$104 milhões (35 – 242), Figura 19, novamente atribuído ao número de vacas ordenhadas e produção de leite maior que os reportados pelos outros estados participantes. Goiás, Figura 22, apresenta o segundo maior custo total da neosporose no Brasil, valor estimado de R\$ 56 milhões, metade do valor relatado em Minas Gerais e segunda maior população de vacas ordenhadas. Os menores custos foram observados nos em Santa Catarina, R\$ 17,6 milhões e Rio Grande do Sul - R\$16.9 milhões, estados com as maiores produtividades do Brasil, segundo os dados do IBGE, (2015).

Porém, quando os custos são estimados por animal, São Paulo, Figura 25, assim como no custo do aborto, experimenta a maior perda média, R\$23,17, reflexo das maiores prevalências e custos de reposição animal observadas no estado. Valores estes, muito semelhantes aos de Goiás (R\$23), Minas Gerais (R\$21), Paraná (R\$22,2), Santa Catarina (R\$ 19,2) e Bahia (R\$18). O Rio Grande do Sul possui o menor custo por animal, R\$13, fruto da maior especialização e baixos níveis de prevalência da doença.

O custo médio da doença por animal no Brasil é de R\$20 (R\$14 – R\$28), Tabela 22, valores abaixo dos U\$18, em média, estimados por Haddad, (2005) em rebanhos canadenses. Este resultado é esperado, mesmo com prevalências menores no Canadá, devido à diferença do valor de uma unidade animal, produtividade muito maior dos rebanhos canadenses e um maior risco de descarte prematuro nos rebanhos canadenses em razão do maior controle sanitário e taxas de descarte voluntário.

A perda total da neosporose transformadas em litros de leite, 290 (188.3 – 446.4) milhões de litros, representa 0,8% de toda a produção de leite no Brasil, 32 bilhões de litros, ocorrida no ano de 2012 (IBGE, 2013). Segundo dados do Ministério da Saúde, a ingestão recomendada de leite por habitante ao ano é de 210 litros. Em base nesta recomendação, as perdas relativas à neosporose no Brasil poderiam, em um período de um ano, alimentar 1,38 milhão de pessoas, recurso suficiente para que dentre os 5.570 municípios do Brasil, 5.558 não necessitassem de produção de leite para suprir suas demandas individuais (IGBE, 2013).

Por estado, a perda total transformada em litros de leite representa em percentuais da produção total da cadeia produtiva de leite: 3,0% da produção na Bahia, 1,8% do leite produzido em São Paulo, 1,5% em Goiás, 1,14% em Minas Gerais, 0,7% no Paraná, 0,66% em Santa Catarina e 0,45% no Rio Grande do Sul, segundo os dados da Pesquisa Pecuária Municipal do ano de 2012 (IBGE, 2013).

Este resultado indica que a Bahia pode sofrer particular impacto da neosporose em sua produção leiteira. O estado possui o terceiro maior rebanho leiteiro do Brasil, porém os piores índices de

produtividade e menor volume de leite produzido entre todos os estados participantes, sinal claro de uma deficiente estrutura e gestão sanitária do estado que reflete diretamente em maiores perdas para a cadeia produtiva. O mesmo cenário foi observado para o custo do aborto na Bahia. Além da Bahia, São Paulo, Goiás e Minas Gerais possuem elevados impactos da doença nas respectivas cadeias produtivas de leite, necessitando especial atenção para os estudos de controle prevenção da neosporose.

O custo do descarte, em seus valores de média, é menor do que o potencialmente possível, isto ocorre pelo fato do descarte em rebanhos brasileiros ser realizado majoritariamente de forma involuntária e por motivos inespecíficos, como baixa produção do animal e sucessivos problemas reprodutivos (Cruz *et al.*, 2011), o que não permite uma associação direta com o *Neospora caninum*.

Devido ao risco de descarte ser a variável de maior relação com o custo total da neosporose, as medidas de controle baseadas em testar e abater animais soropositivos não tem se demonstrado uma ação economicamente eficiente em rebanhos leiteiros ao redor do mundo (Häsler *et al.*, 2006^b; Dubey e Schares 2011). Segundo Demeu *et al.*, (2011), uma alta taxa de descarte voluntário em um sistema de produção de leite pode ser economicamente inviável, devendo ser mantida na faixa de 10%, renovando o plantel com animais afim de incrementar a produção e melhorar a genética do rebanho.

O fato do descarte voluntário de vacas leiteiras apresentar alto custo ao produtor ratifica a necessidade do conhecimento das perdas econômicas da neosporose em rebanhos leiteiros do Brasil. A partir destes dados, podemos analisar as melhores taxas de descarte voluntário para a neosporose em um rebanho e os níveis máximos de prevalência no rebanho sem gerar grandes perdas para o produtor, como descrito na Austrália, prevalências entre 18 – 21% (Reichel e Ellis, 2006), e 20% em rebanhos leiteiros da Suíça (Häsler *et al.*, 2006^b), sendo fundamental realizar esta análise o mais localmente possível, utilizando sempre os preços de mercado vigentes e custos específicos ao qual o sistema de produção está inserido.

Os custos da neosporose devido à diminuição direta do parasito na produção de leite representaram os menores da doença. No Brasil inteiro os custos foram estimados em R\$4 milhões (R\$1.6 – R\$8.8 milhões), representando somente 1,4% dos R\$291 milhões referentes ao custo total da doença nos rebanhos leiteiros. O impacto da neosporose na produção de leite é muito controverso, sem apresentar até o momento uma clara definição da real associação deste impacto com a doença (Hernandez *et al.*, 2001; Hobson *et al.*, 2002; Romero *et al.*, 2005; Bartels *et al.*, 2006).

Trabalhos conduzidos por Bartels *et al.*, (2006^b) Tiwari *et al* (2007) e dados apontados por Dubey e Shares (2011) demonstraram que os animais de primeira lactação experimentam as maiores perdas na produção de leite. Por este motivo, o modelo utilizou uma estimativa do percentual de animais em primeira lactação em relação ao total de vacas ordenhadas, segundo os dados do IBGE do ano de 2012 (2013). Os dados do AnualPec (2013) e do diagnóstico da pecuária leiteira de Minas Gerais (FAEMG, 2006), demonstraram um total de 10,8% do rebanho leiteiro sendo composto de novilhas de 2 a 3 anos. Esta correção foi realizada para não incidir em uma superestimação do custo devido à perda direta na produção de leite.

6.3 – OS CUSTOS INDIRETOS DO *NEOSPORA CANINUM*

Ao se modelar o custo de uma enfermidade qualquer, é importante apontar os custos que não foram possíveis de serem estimados, para que sejam utilizados pelos tomadores de decisão como fatores determinantes da aplicação ou não de alguma medida de controle e prevenção. A neosporose não possui impacto em termos de restrição de comércio nacional e internacional para os produtos e subprodutos do leite e carne, assim como no trânsito animal.

Os custos indiretos da doença, como aumento do intervalo entre partos, repetição de cio, retenção de placenta e bem estar animal são difíceis de serem modelados especificamente para a doença, porém, causam um incremento no impacto econômico da doença e devem ser levados em consideração no momento de adoção de medidas de controle e prevenção (Anderson *et al.*, 2000; Bennett, 2003; Ghanem *et al.*, 2009; Dubey e Schares, 2011).

Até o presente momento não existem estudos confirmando o perfil zoonótico da doença, o que poderia causar algum tipo de custo para o bem estar do homem.

7. CONCLUSÕES

A neosporose no Brasil representa perdas de grandes proporções, quando consideramos que a base da cadeia produtiva de leite é sustentada, em termos de volume de leite e número de estabelecimentos, pela agricultura familiar que possui como características marcantes: a baixa produtividade, pouco poder econômico, insuficiente acesso ao crédito rural que possa ser utilizado na reposição de animais, criando uma dependência muito grande do sucesso reprodutivo e produtivo em seu plantel.

Além disso, esta estimativa é relativa a apenas uma doença específica, o que nos leva a afirmar que as perdas para o produtor na relação multifatorial das enfermidades são significativamente altas e devem ser estimadas para que sejam adotadas as medidas de controle e prevenção com características cada vez mais locais e em doenças ditas prioritárias em relação ao seu custo.

Pela primeira vez foi realizado um estudo do impacto econômico dos custos de aborto e dos custos totais devido à infecção pelo *Neospora caninum* no Brasil, contendo dados do risco de aborto, risco de descarte prematuro, queda na produção leiteira e preços de mercado provenientes de fontes brasileiras, o que possibilita um resultado mais fidedigno com a realidade nacional.

Santa Catarina, apesar de sua alta produtividade e representatividade na cadeia produtiva de leite no Brasil, apresenta apenas um trabalho científico com dados da prevalência da doença. A busca de um maior conhecimento do real nível de infecção nos rebanhos leiteiros do estado pode conduzir a um resultado mais fidedigno, tendo em vista que para a estimativa da prevalência no estado, os dados do Paraná e Rio Grande do Sul tiveram que ser acrescidos.

O mesmo cenário ocorreu na Bahia, com apenas dois trabalhos reportando os níveis de infecção em rebanhos leiteiros, e diferentemente do cenário observado em Santa Catarina, na Bahia os níveis de produtividade são os menores entre os sete estados participantes, reflexo das más condições sanitárias do estado.

O custo do aborto é o maior custo médio dos casos de neosporose no Brasil. Porém, o risco de descarte prematuro é a variável que possui maior capacidade de mudança na média do custo total

da doença, demonstrando que o descarte prematuro de animais pode ser a causa dos maiores prejuízos do *Neospora caninum*. Este resultado confirma a observação realizada por Dubey *et al.*, (2007).

São Paulo, apesar de não possuir as maiores perdas médias da doença, apresenta os maiores custos por animal e, junto com a Bahia, as maiores perdas pelo custo total e devido ao aborto quando essas perdas são transformadas em litros de leite e depois relativizadas pelas suas produções de leite. Já o Rio Grande do Sul possui as menores perdas médias por animal e em relação a sua cadeia produtiva de leite, tanto para o custo do aborto quanto para o custo total da doença.

Apesar da necessidade de uma análise de custo-benefício para assim apontar a real necessidade de cada estado, a Bahia, São Paulo, Goiás e Minas Gerias, parecem ser os estados em que as medidas de controle e prevenção se fazem mais necessárias para a diminuição dos prejuízos causados pelo *Neospora caninum*.

A partir dos dados gerados pela atual pesquisa, as análises de custo-benefício da neosporose em rebanhos leiteiros do Brasil podem ser realizadas no âmbito estadual e, caso seja necessário, a análise pode ser realizada na propriedade, sendo imprescindível apenas o ajuste dos valores das variáveis em referência aos preços, quantidade de animais e prevalência de cada local a ser estudado através do modelo criado. O modelo também possui como facilidade a possibilidade de atualização e mudança dos seus valores, auxiliando as análises em grandes períodos de tempo, sendo de grande valia para os tomadores de decisão.

O modelo e métodos estatísticos aplicados no presente projeto podem ser utilizados para modelar os custos decorrentes de várias outras doenças em rebanhos leiteiros e sistemas de produção, assim como proposto por Bennett, (2003), criando um escalonamento dos custos das doenças e partindo para uma estratégia de controlar e aplicar as medidas de prevenção, especificamente, em doenças que possuem os maiores impactos para a cadeia produtiva da região ao qual está inserida. Sendo de grande importância para a administração pública no momento de gerir recursos e trabalhar com as doenças que possuem real interesse econômico para o setor leiteiro.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABADIE, L. M.; CHAMORRO, J. M. Monte Carlo Simulation. *Lec. Notes Ener.* Volume 21, p 113-133, 2013

ALBERTA. Government of Alberta. Economics of Milk Production (Dairy Cost Study). Disponível em: [http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$Department/deptdocs.nsf/all/econ14116](http://www1.agric.gov.ab.ca/$Department/deptdocs.nsf/all/econ14116). Acessado em 07/01/2015.

ALMERÍA, S.; LÓPEZ-GATIUS, F. Bovine neosporosis: Clinical and practical aspects. *Res Vet Sci*, v. 95, p. 303-309, 2013.

AGUIAR, D. *et al.* Seroprevalence and risk factors associated to *Neospora caninum* in female bovines from the western São Paulo state, Brazil. *Arq Inst Bio, São Paulo*, v. 78, n. 2, p. 183-189, 2011.

ANDERSON, M. L.; ANDRIANARIVO, A. G.; CONRAD, P. A. Neosporosis in cattle. *Anim Reprod Sci*, v. 60, p. 417-431, 2000.

BARR, B. *et al.* Neosporosis: its prevalence and economic impact. *Comp. Cont. Edu. Pract. Vet*, v. 20, p. 1-16, 1998.

- BARROS, J. C. *et al.* Economic assesment of neosporosis in beef cattle system performance with different technological levels. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 32, p. 1943-1954, 2011.
- BARTELS, C. J. M. *et al.* (A) Estimated economic losses due to *Neospora caninum* infection in dairy herds with and without a history of *Neospora caninum* associated abortion epidemics. *SVEPM Ann. Meet.*, Exeter University, Devon, United Kingdom, p. 29-31, 2006.
- BARTELS, C. J. M. *et al.* (B) Effect of *Neospora caninum* serostatus on culling, reproductive performance and milk production in Dutch dairy herds with and without a history of *Neospora caninum* associated abortion epidemics. *Prev Vet Med*, v. 77, n. 3, p. 186-198, 2006.
- BENNETT, R. M. The use of 'economic' quantitative modelling techniques in livestock health and disease-control decision making: a review. *Prev Vet Med*, v. 13, n. 1, p. 63-76, 1992.
- BENNETT, R. M.; CHRISTIANSEN, K.; CLIFTON-HADLEY, R. Preliminary estimates of the direct costs associated with endemic diseases of livestock in Great Britain. *Prev Vet Med*, v. 39, n. 3, p. 155-171, 1999
- BENNETT, R. M.; CHRISTIANSEN, K.; CLIFTON-HADLEY, R. S. Estimating the costs associated with endemic diseases of dairy cattle. *J Dairy Res*, v. 66, n. 03, p. 455-459, 1999.
- BENNETT, R. The 'direct costs' of livestock disease: the development of a system of models for the analysis of 30 endemic livestock diseases in Great Britain. *J Agr Econ*, v. 54, n. 1, p. 55-71, 2003.
- BENNETT, R.; IJPELAAR, J. Updated estimates of the costs associated with thirty four endemic livestock diseases in Great Britain: a note. *J Agr Econ*, v. 56, n. 1, p. 135-144, 2005.
- BERGERON, N. *et al.* Vertical and horizontal transmission of *Neospora caninum* in dairy herds in Québec. *T Can Vet J*, v. 41, n. 6, p. 464, 2000.
- BJERKÅS, I.; MOHN, S.; PRESTHUS, J. Unidentified cyst-forming sporozoon causing encephalomyelitis and myositis in dogs. *Parasitol Res*, v. 70, n. 2, p. 271-274, 1984.
- BJÖRKMAN, C. *et al.* Application of the *Neospora caninum* IgG avidity ELISA in assessment of chronic reproductive losses after an outbreak of neosporosis in a herd of beef cattle. *J Vet Diagn Invest*, v. 15, n. 1, p. 3-7, 2003.
- BRASIL, 2012. Brasil Projeções do Agronegócio 2011/2012 a 2021/2022. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Brasília, 2012. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/gestao/projecao/Projecoes%20do%20Agronegocio%20Brasil%202011-20012%20a%202021-2022%20%282%29%281%29.pdf
Acessado em 13/04/2013
- BRUHN, F. R. P. *et al.* Factors associated with seroprevalence of *Neospora caninum* in dairy cattle in southeastern Brazil. *Trop Anim Health Prod*, p. 1-6, 2013.
- CAMILLO, G. *et al.* Anticorpos anti-*Neospora caninum* em bovinos de leite do sudoeste do estado do Paraná. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*, v. 62, n. 6, p. 1511-1513, 2010.
- CARDOSO, J. M. S. *et al.* A longitudinal study of *Neospora caninum* infection on three dairy farms in Brazil. *Vet Parasitol*, v. 187, n. 3, p. 553-557, 2012.
- CEPEA. Desenvolvimento metodológico e cálculo do PIB das Cadeias Produtivas do algodão, cana-de-açúcar, soja, pecuária de corte e leite no Brasil. São Paulo 2011. Disponível em: http://www.cepea.esalq.usp.br/pibpec/PIB_Cadeias_relatorio2009_10.pdf Acessado em: 23/02/2013

- CEPEA. Panorama do Leite em 2013. Disponível em: <http://cepea.esalq.usp.br/leite/>. Acessado em: 15/05/2013.
- CEPEA. Panorama do Leite em 2014. Disponível em: <http://cepea.esalq.usp.br/leite/>. Acessado em: 12/09/2014.
- CHI, J. *et al.* Direct production losses and treatment costs from bovine viral diarrhoea virus, bovine leukosis virus, Mycobacterium avium subspecies, paratuberculosis, and *Neospora caninum*. *Prev Vet Med*, v. 55, n. 2, p. 137-153, 2002.
- CHRISTY, R. J.; THIRUNAVUKKARASU, M. Emerging importance of animal health economics-a note. *Tamilnadu J Vet Anim Sci*, v. 2, p. 113-117, 2006.
- CORBELLINI, L. G. *et al.* Aborto bovino por *Neospora caninum* no Rio Grande do Sul. *Ciênc Rural*, v. 30, n. 5, p. 863-868, 2000.
- CORBELLINI, L.G.*et al.* Neosporosis as a cause of abortion in dairy cattle in Rio Grande do Sul, southern Brazil. *Vet Parasitol*, v. 103, n. 3, p. 195-202, 2002.
- CORBELLINI, L. G. *et al.* (A) Diagnostic survey of bovine abortion with special reference to *Neospora caninum* infection: Importance, repeated abortion and concurrent infection in aborted fetuses in Southern Brazil. *Vet J*, v. 172, n. 1, p. 114-120, 2006.
- CORBELLINI, L. G. *et al.* (B) Herd-level risk factors for *Neospora caninum* seroprevalence in dairy farms in southern Brazil. *Prev Vet Med*, v. 74, n. 2, p. 130-141, 2006.
- CRAMER, G. *et al.* *Neospora caninum* serostatus and culling of Holstein cattle. *J Am Vet Med Assoc*, v. 221, n. 8, p. 1165-1168, 2002.
- CRUZ, C. E. F. *et al.* Records of performance and sanitary status from a dairy cattle herd in southern Brazil. *Pesq Vet Bras*, v. 31, n. 1, p. 01-09, 2011.
- DARWICH, L. *et al.* Presence of *Toxoplasma gondii* and *Neospora caninum* DNA in the brain of wild birds. *Vet Parasitol*, v.183 (3-4), p. 377-381, 2012.
- DAVISON, H. *et al.* Experimental studies on the transmission of *Neospora caninum* between cattle. *Res Vet Sci*, v. 70, n. 2, p. 163-168, 2001.
- DEMEU, F. *et al.* Influência do descarte involuntário de matrizes no impacto econômico da mastite em rebanhos leiteiros. *Ciênc Agrotecnol*, v. 35, n. 1, p. 195-202, 2011.
- DE OLIVEIRA, V. S. F. *et al.* Abortions in bovines and *Neospora caninum* transmission in an embryo transfer center. *Vet Parasitol*, v. 173, n. 3, p. 206-210, 2010.
- DEWEY, C. The use of epidemiology to enhance production animal research. *Prev Vet Med*, v. 86, n. 3, p. 244-249, 2008.
- DHUYVETTER, K. C.; BROUK, M.; HARNER, J. P. Dairy Enterprise. Disponível em <http://www.ksre.ksu.edu/bookstore/pubs/mf2442.pdf>. Acessado em: 07/01/2014.
- DIJKHUIZEN, A.; HUIRNE, R.; JALVINGH, A. Economic analysis of animal diseases and their control. *Prev Vet Med*, v. 25, n. 2, p. 135-149, 1995.
- DIJKHUIZEN, A. A.; MORRIS, R. S. Animal health economics: Principles and Applications. University of Sydney, Post-Graduate Foundation in Veterinary Science, 1997.

- DIJKSTRA, T. *et al.* Dogs shed *Neospora caninum* oocysts after ingestion of naturally infected bovine placenta but not after ingestion of colostrum spiked with *Neospora caninum* tachyzoites. *Intern J Parasitol*, v. 31, n. 8, p. 747-752, 2001.
- DIJKSTRA, T. *et al.* Evaluation of a single serological screening of dairy herds for *Neospora caninum* antibodies. *Vet Parasitol*, v. 110, n. 3, p. 161-169, 2003.
- DONATELLI, G. D.; KONRATH, A. C. Simulação De Monte Carlo Na Avaliação De Incertezas De Medição. *Rev Ciênc Tecn*, v. 13, n. 25/26, p. 5-15, 2005.
- DUBEY, J. *et al.* Neonatal *Neospora caninum* infection in dogs: Isolation of the causative agent and experimental transmission. *J Am Vet Med Assoc*, v. 193, n. 10, p. 1259, 1988.
- DUBEY, J. P. Review of *Neospora caninum* and neosporosis in animals. *The Korean J Parasitol*, v. 41, n. 1, p. 1-16, 2003.
- DUBEY, J. P.; SCHARES, G.; ORTEGA-MORA, L. M. Epidemiology and control of neosporosis and *Neospora caninum*. *Clinical Microbiology Reviews*, v. 20, n. 2, p. 323-367, 2007.
- DUBEY, J. P.; SCHARES, G. Neosporosis in animals—The last five years. *Vet Parasitol*, v. 180, n. 1, p. 90-108, 2011.
- EDLER, L. *et al.* Mathematical modelling and quantitative methods. *Food and Chemical Toxicology*, v. 40, n. 2, p. 283-326, 2002.
- EMBRAPA. Panorama do Leite - Ano 6. Disponível em http://guernsey.cnpgl.embrapa.br/sites/default/files/2013_04_PanoramaLeite.pdf. 2013
Acessado em 2/06/2013
- FILHO, N. A. D. C.; LUCAS, A. D. S.; PAPPEN, F. G. Fatores de risco e prevalência de anticorpos anti-*Neospora caninum* em cães urbanos e rurais do Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev Bras Parasitol Vet*, v. 17, n. Supl 1, p. 301-306, 2008.
- FRENCH, N. P. *et al.* Mathematical models of *Neospora caninum* infection in dairy cattle: transmission and options for control. *Int J Parasitol*, v. 29, n. 10, p. 1691-1704, 1999.
- GALVÃO, G. da S. *et al.* Soropositividade para *Neospora caninum* e associação ao abortamento e natimortos em rebanhos leiteiros do sudeste da Bahia, Brasil. *Rev Bras Med Vet*, v. 33, p. 234-237, 2011.
- GHANEM, M. E. *et al.* *Neospora caninum* and complex vertebral malformation as possible causes of bovine fetal mummification. *Canadian Veterinary Journal*, v. 50, pp. 389-392, 2009.
- GONDIM, L. F. P. *et al.* Seroprevalence of *Neospora caninum* in dairy cattle in Bahia, Brazil. *Vet Parasitol*, v. 86, n. 1, p. 71-75, 1999.
- GONDIM, L. F. *et al.* Coyotes (*Canis latrans*) are definitive hosts of *Neospora caninum*. *Int J Parasitol*, v. 34, n. 2, p. 159-161, 2004.
- GUIMARÃES JR, J. *et al.* Prevalence of *Neospora caninum* antibodies and factors associated with their presence in dairy cattle of the north of Paraná state, Brazil. *Vet Parasitol*, v. 124, n. 1, p. 1-8, 2004.
- HADDAD, J. P. A. Epidemiology of *Neospora caninum* in Canadian dairy Farms, 2005. 210f. Tese (Doutorado em Ciência Animal). Atlantic Veterinary College University of Prince Edward Island, 2005.

- HADDAD, J. P. A.; DOHOO, I. R.; VANLEEWEN, J. A. A review of *Neospora caninum* in dairy and beef cattle—a Canadian perspective. *The Canadian Veterinary Journal*, v. 46, n. 3, p. 230, 2005.
- HARVEY, N. *et al.* The North American Animal Disease Spread Model: A simulation model to assist decision making in evaluating animal disease incursions. *Prev Vet Med*, v. 82, n. 3, p. 176-197, 2007.
- HEIN, H. E. *et al.* Neosporose bovina: avaliação da transmissão vertical e fração atribuível de aborto em uma população de bovinos no Estado do Rio Grande do Sul. *Pesq. Vet. Bras*, v. 32, n. 5, p. 396-400, 2012.
- HENRIQUES, P. D. D. S.; CARVALHO, M. L. D. S.; BRANCO, M. C. Economia da saúde e da produção animal. 1- Ed. 2004.
- HERNANDEZ, J.; RISCO, C.; DONOVAN, A. Association between exposure to *Neospora caninum* and milk production in dairy cows. *J Am Vet Med Assoc*, v. 219, n. 5, p. 632-635, 2001.
- HOBSON, J. C. *et al.* *Neospora caninum* serostatus and milk production of Holstein cattle. *J Am Vet Med Assoc*, v. 221, n. 8, p. 1160-1164, 2002.
- HOWE, K.; MCINERNEY, J. Disease in livestock: economics and policy. Brussels, Belgium: Commission of the European Communities, 1987.
- HÄSLER, B. *et al.* (A) Financial analysis of various strategies for the control of *Neospora caninum* in dairy cattle in Switzerland. *Prev Vet Med*, v. 77, n. 3, p. 230-253, 2006.
- HÄSLER, B. *et al.* (B) Simulating the impact of four control strategies on the population dynamics of *Neospora caninum* infection in Swiss dairy cattle. *Prev Vet Med*, v. 77, n. 3, p. 254-283, 2006.
- IBGE, 2006. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/>. Acesso em, 26 de Agosto de 2013.
- IBGE, 2013 - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. Pesquisa Pecuária Municipal 2012. Disponível/http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa_resultados.php?id_pesquisa=21. Acessado em 22 de Junho de 2014.
- IBGE, 2015 - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. Pesquisa Pecuária Municipal 2013. Disponível/http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa_resultados.php?id_pesquisa=21. Acessado em 02 de Janeiro de 2015.
- IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Aspectos Multidimensionais da Agricultura Brasileira. Acessado em 9 de setembro de 2014. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/livros/livro_aspectos_multidimensionais.pdf.
- GENNARI, S. M. *Neospora caninum* no Brasil: Situação atual da pesquisa. *Rev Bras Parasitol Vet*, v. 13, n. 1, p. 23-28, 2004.
- KATAGIRI, S. *et al.* Avaliação sorológica para *Neospora caninum* em propriedades de bovinos leiteiros com alterações reprodutivas. *Vet Zootec*, v. 20, n. 1, p. 124-130, 2013.
- KING, J.S. *et al.* Australian dingoes are definitive hosts of *Neospora caninum*. *International J Parasitol*. v. 40 (8), p. 945–950, 2010.

- KUDAHL, A. B. *et al.* A stochastic model simulating paratuberculosis in a dairy herd. *Prev Vet Med*, v. 78, n. 2, p. 97-117, 2007.
- LOCATELLI-DITTRICH, R. *et al.* Serological diagnosis of neosporosis in a herd of dairy cattle in southern Brazil. *J Parasitol*, v. 87, n. 6, p. 1493-1494, 2001.
- LOCATELLI-DITTRICH, R. *et al.* Determinação e correlação de anticorpos anti-*Neospora caninum* em bovinos e cães do Paraná, Brasil. *Rev Bras Parasitol Vet*, Jaboticabal, v. 17, n. suplemento 1, p. 191-196, 2008.
- LUCAS, D. M. *Neospora caninum* em bovinos da bacia leiteira da região de Pelotas, RS: soroprevalência e associação com fatores de risco, 2007. 84f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). UFPEL: Faculdade de Veterinária, 2007.
- MARSH, A.E. *et al.* Description of a new *Neospora* species (Protozoa: Apicomplexa: Sarcocystidae). *J Parasitol*, v. 84(5), p. 983-991, 1998.
- MARSH, W. The economics of animal health in farmed livestock at the herd level. *Rev Sci Tech OIE(International Office of Epizootics)*, v. 18, n. 2, p. 357-366, 1999.
- MCALLISTER, M. M. *et al.* Rapid communication: Dogs are definitive hosts of *Neospora caninum*. *Int J Parasitol*, v. 28, n. 9, p. 1473-1479, 1998.
- MCINERNEY, J. P.; HOWE, K. S.; SCHEPERS, J. A. A framework for the economic analysis of disease in farm livestock. *Prev Vet Med*, v. 13, n. 2, p. 137-154, 1992.
- MELO, C. B. *Neospora caninum* em Minas Gerais. Aspectos epidemiológicos. 2001. 131f. Tese (Doutorado em Ciência Animal – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.
- MELO, C. B.; LEITE, R. C.; LOBATO, Z. I. P. Infection by *Neospora caninum* associated with bovine herpesvirus 1 and bovine viral diarrhoea virus in cattle from Minas Gerais State, Brazil. *Vet Parasitol*, v. 119, n. 2, p. 97-105, 2004.
- MELO, D. P. G. *et al.* Prevalência de anticorpos anti-*Neospora caninum* em bovinos das microrregiões de Goiânia e Anápolis, Goiás, Brasil. *Rev Bras Parasitol Vet*, v. 15, n. 3, p. 105-109, 2006.
- MENDES, M. B. *et al.* Determinação da prevalência das principais doenças da reprodução no rebanho bovino da região de Uberaba-MG. *Ciênc Anim Bras*, v. 1, p. 772-777, 2009.
- MINEO, T. W. P. *et al.* Survey for natural *Neospora caninum* infection in wild and captive birds. *Vet Parasitol*. v. 182 (2-4), p. 352–355, 2011.
- MOORE, D. *et al.* *Neospora caninum* causes severe economic losses in cattle in the humid pampa region of Argentina. *Trop Anim Health Pro.* v. 45(5), p. 1237-41, 2013.
- MOURA, A. *et al.* *Neospora caninum* antibodies in dairy cattle of Lages Municipality, Santa Catarina State, Brazil. *Arq Med Vet*, v. 44, n. 2, p. 117-122, 2012.
- MUNHOZ, A. D.; JACINTHO, A. P.; MACHADO, R. Z. Bovine abortion associated with *Neospora daninum*: diagnosis and epidemiological aspects of a dairy cattle herd in the Northeast Region of São Paulo State, Brazil. *J Vet Pathol*, v. 4, n. 2, p. 112-116, 2011.
- NETO, A. F. A. *et al.* Viability of sporulated oocysts of *Neospora caninum* after exposure to different physical and chemical treatments. *J Parasitol*, v. 97, pp. 135–139, 2011.

- NICOLINO, R. R. Prevalência e análise espacial da Leptospirose e Neosporose bovina na microrregião de Sete Lagoas, Minas Gerais. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.
- NOGUEIRA, C. I. Estudo prospectivo de *Neospora caninum* em cães do sul de Minas Gerais. 2013. 44f. Dissertação (mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.
- OGAWA, L. Estudo soropidemiológico do *Neospora caninum* e *Toxoplasma gondii* em bovinos de pecuária leiteira da região norte do Estado do Paraná. 2000. Tese (Mestrado em Sanidade Animal) – Departamento de Medicina Veterinária Preventiva, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2000.
- OGAWA, L. *et al.* Occurrence of antibodies to *Neospora caninum* and *Toxoplasma gondii* in dairy cattle from the northern region of the Paraná State, Brazil. *Arq Bras Med Vet Zootec*, v. 57, n. 3, p. 312-316, 2005.
- OSHIRO, L. M. *et al.* Prevalence of anti-*Neospora caninum* antibodies in cattle from the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Rev Bras Parasitol Vet*, v. 16, n. 3, p. 133-138, 2007.
- OTTE, M.; CHILONDA, P. Animal Health Economics: An Introduction. Animal Production and Healthy Division (AGA), FAO, Rome, Italy. 12 pp, 2000.
- PAN, Y. *et al.* Genetic Susceptibility to *Neospora caninum* infection in Holstein Cattle in Ontario. *J Dairy Sci*, v. 87, n. 11, p. 3967-3975, 2004.
- PARE, J.; THURMOND, M. C.; HIETALA, S. K. Congenital *Neospora caninum* infection in dairy cattle and associated calfhoo mortality. *Can J Vet Res*, v. 60, n. 2, p. 133, 1996.
- PFEIFFER, D.; WILLIAMSON, N.; REICHEL, M. Long-term serological monitoring as a tool for epidemiological investigation of *Neospora caninum* infection in a New Zealand dairy herd. Proceedings of the 9th Symposium of the International Society for Veterinary Epidemiology and Economics, Breckenridge, CO, p.616-618, 2000.
- PIAGENTINI, M. Dinâmica da infecção por *Neospora caninum* e propriedades leiteiras do município de Avaré/SP. 2003. 37f. Dissertação (Mestrado em Clínica Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2003.
- PIAGENTINI, M. *et al.* *Neospora caninum* infection dynamics in dairy cattle. *Parasitol Res*, v. 111(2), p 717-721, 2012.
- PIERGILI FIORETTI, D. *et al.* *Neospora caninum* infection and congenital transmission: serological and parasitological study of cows up to the fourth gestation. *J Vet Med, Series B*, v. 50, n. 8, p. 399-404, 2003.
- PITUCO, E.M. *et al.* Sorodiagnóstico de Neosporose bovina no Brasil. *Arq Inst Biol*, v.68, p.83, 2001.
- RAGOZO, A.M.A. *et al.* Ocorrência de anticorpos anti-*Neospora caninum* em soros de bovinos procedentes de seis estados brasileiros. *Rev Bras Parasitol Vet* 12(1):33-37, 2003.
- RAMSAY, G.; PHILIP, P.; RIETHMULLER, P. The economic implications of animal diseases and disease control at the national level. *Rev Sci Tech OIE(International Office of Epizootics)*, v. 18, n. 2, p. 343, 1999.

- RAYMUNDO, D. L. *et al.* Exame sorológico para *Neospora caninum* através de imunofluorescência indireta. Salão de Iniciação Científica ,2005: Porto Alegre. Livro de resumos. Porto Alegre: UFRGS, 2005.
- REICHEL, M. P.; ELLIS, J. T. If control of *Neospora caninum* infection is technically feasible does it make economic sense? *Vet Parasitol*, v. 142, p. 23–34, 2006.
- REICHEL, M. P.; ELLIS, J. T.; DUBEY, J. P. Neosporosis and Hammondiosis in dogs. *J Small Anim Pract*, v. 48, p. 308–312. 2007.
- REICHEL, M. P. *et al.* What is the global economic impact of *Neospora caninum* in cattle—the billion dollar question. *Int J Parasitol*, v. 30, p 1138 – 1158, 2013.
- REICHEL, M. P. *et al.* Control options for *Neospora caninum* – is there anything new or are we going backwards? *Parasitol*, p. 1-16, 2013.
- RODRIGUES, C.L.; ZIEGELMANN, P.K. Metanálise: Um guia prático. *Revista Hospital das Clínicas de Porto Alegre*, v. 30, p. 436 – 447, 2010.
- ROMERO, J.; FRANKENA, K. The effect of the dam–calf relationship on serostatus to *Neospora caninum* on 20 Costa Rican dairy farms. *Vet Parasitol*, v. 114, n. 3, p. 159-171, 2003.
- ROMERO, J. J. *et al.* Effect of neosporosis on productive and reproductive performance of dairy cattle in Costa Rica. *Theriogenology*, v. 64, n. 9, p. 1928-1939, 2005.
- RUSHTON, J. The Economics of Animal Health and Production. Ed. 1 London: CABI Head Office.2009.
- SANTOLARIA, P. *et al.* Early postabortion recovery of *Neospora*-infected lactating dairy cows. *Theriogenology*, v. 72, p. 798–802, 2009.
- SANTOS, R. *et al.* Frequência de anticorpos anti-*Neospora caninum* em bezerras e novilhas de rebanhos leiteiros na microrregião de Lavras, MG. *Ciênc Anim Bras*, v. 10, n. 1, p. 271-280, 2009.
- SANTOS, R. R. D. *et al.* Quantification of vertical transmission of *Neospora caninum* in dairy cows in Minas Gerais, Brazil. *Rev Bras Parasitol Vet*, v. 21, n. 3, p. 294-297, 2012.
- SARTOR, I. F. *et al.* Ocorrência de anticorpos de *Neospora caninum* em vacas leiteiras avaliados pelos métodos ELISA e RIFI no município de Avaré, SP. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 24, n. 1, p. 3-10, 2003.
- SARTOR, I. *et al.* Ocorrência de anticorpos anti-*Neospora caninum* em bovinos leiteiros e de corte da região de Presidente Prudente, SP. *Arq Inst Biol*, São Paulo, v. 72, n. 4, p. 413-418, 2005.
- SCHARES, G. *et al.* The efficiency of vertical transmission of *Neospora caninum* in dairy cattle analysed by serological techniques. *Vet Parasitol*, v. 80, n. 2, p. 87-98, 1998.

- SOUSA, M. E. *et al.* Seroprevalence and risk factors associated with infection by *Neospora caninum* of dairy cattle in the state of Alagoas, Brazil. *Pesq Vet Bras*, v. 32, n. 10, 2012
- STENLUND, S. *et al.* Serum antibody profile and reproductive performance during two consecutive pregnancies of cows naturally infected with *Neospora caninum*. *Vet Parasitol*, v. 85, n. 4, p. 227-234, 1999.
- SHULTEZ, C. M. Prevalência de anticorpos anti-*Neospora caninum* em fêmeas bovinas do estado de Goiás e fatores associados. 2008. 77f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária). Universidade Federal de Goiás. 2008.
- THURMOND, M.; HIETALA, S. Effect of *Neospora caninum* infection on milk production in first-lactation dairy cows. *J Am Vet Med Assoc*, v. 210, n. 5, p. 672-674, 1997.
- TIWARI, A. *et al.* Effects of seropositivity for bovine leukemia virus, bovine viral diarrhoea virus, Mycobacterium avium subspecies paratuberculosis, and *Neospora caninum* on culling in dairy cattle in four Canadian provinces. *Vet Microb*, v. 109, n. 3, p. 147-158, 2005.
- TIWARI, A. *et al.* Production effects of pathogens causing bovine leukosis, bovine viral diarrhoea, paratuberculosis, and neosporosis. *J Dairy Sci*, v. 90, n. 2, p. 659-669, 2007.
- TREES, A. J.; WILLIAMS, D. J. Endogenous and exogenous transplacental infection in *Neospora caninum* and *Toxoplasma gondii*. *Trends Parasitol*, v. 21, n. 12, p. 558-561, 2005.
- UZEDA, R. S. *et al.* Loss of infectivity of *Neospora caninum* oocysts maintained for a prolonged time. *Kor J Parasitol*, v. 45, pp. 295-299, 2007.
- VANLEEUEWEN, J. A. *et al.* Risk factors associated with *Neospora caninum* seropositivity in randomly sampled Canadian dairy cows and herds. *Prev Vet Med*. v. 193(2-3), p.129-38, 2010.
- VARANDAS, N. P. *et al.* Frequência de anticorpos anti-*Neospora caninum* e anti-*Toxoplasma gondii* em cães da região nordeste do Estado de São Paulo. Correlação com neuropatias. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 22, n. 1, p. 105-111, 2009.
- VOGEL, F. S. F.; ARENHART, S.; BAUERMAN, F. V. Anticorpos anti-*Neospora caninum* em bovinos, ovinos e bubalinos no Estado do Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, v. 36, n. 6, 2006.
- WALDNER, C. L.; JANZEN, E.; RIBBLE, C. Determination of the association between *Neospora caninum* infection and reproductive performance in beef herds. *J Am Vet Med Assoc*, v. 213, n. 5, p. 685, 1998.
- ZHANG, J.; KAI, F. Y. What's the relative risk? A method of correcting the odds ratio in cohort studies of common outcomes. *J Am Med Assoc*, v. 280, n. 19, p. 1690-1691, 1998.