

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

**SIMULAÇÃO DA DISSEMINAÇÃO DA DOENÇA DE NEWCASTLE  
RELACIONANDO O TRÂNSITO DE VEÍCULOS ENTRE EMPRESAS  
INTEGRADORAS E UNIDADES DE PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE**

**Dissertação de Mestrado**

**Diana Bertani Giotto**

**Porto Alegre**

**2009**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

**SIMULAÇÃO DA DISSEMINAÇÃO DA DOENÇA DE NEWCASTLE  
RELACIONANDO O TRÂNSITO DE VEÍCULOS ENTRE EMPRESAS  
INTEGRADORAS E UNIDADES DE PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE**

**Autora:** Diana Bertani Giotto

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Veterinárias na área de Medicina Veterinária Preventiva, especialidade Sanidade Avícola.

**Orientador:** Prof. Dr. Carlos Tadeu Pippi Salle

Porto Alegre  
2009

DIANA BERTANI GIOTTO

Simulação da disseminação da Doença de Newcastle relacionando o trânsito de veículos entre empresas integradoras e unidades de produção de frangos de corte

Aprovada em 27 de fevereiro de 2009

Aprovado por:

---

Prof. Dr. Carlos Tadeu Pippi Salle- UFRGS

Orientador e Presidente da Comissão

---

Prof. Dr. Adriano Guahyba – UERGS

Membro da Comissão

---

Prof. Dr. Pedro Roberto de Azambuja Madruga - UFSM

Membro da Comissão

---

Prof. Dr. Hamilton Luiz de Souza Moraes - UFRGS

Membro da Comissão

## **AGRADECIMENTOS**

Reconhecimentos especiais ao professor Carlos Tadeu Pippi Salle pela orientação e incentivo para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço a Médica Veterinária Adriana Reczieguel, da SEAPPA, Associação Gaúcha de Avicultura (ASGAV), ao professor Hamilton Moraes, professor Enio Giotto, e ao professor Luis Gustavo Corbellini pela colaboração.

Aos colegas de doutorado, mestrado, estagiários e funcionários do CDPA/UFRGS pela ajuda prestada no decorrer do trabalho, e principalmente, pela amizade.

## RESUMO

Simulação da disseminação da Doença de Newcastle relacionando o trânsito de veículos entre empresas integradoras e unidades de produção de frangos de corte

Este trabalho teve como objetivo geral avaliar os fatores de risco de disseminação da Doença de Newcastle relacionados ao trânsito de veículos entre empresas integradoras e unidades de produção de frangos de corte. Uma área de grande produção avícola do estado do Rio Grande do Sul foi escolhida para ser objeto de estudo da presente pesquisa, sendo simuladas a partir de uma granja *índex*, as zonas de proteção e vigilância, como determina o Plano de Contingência para a Influenza Aviária e Doença de Newcastle. A metodologia foi fundamentada em análises espaciais e probabilísticas, associadas a situações reais que fazem parte do processo de logística das empresas. Foi realizada a análise espacial da região, através de técnicas de geoprocessamento, a extração da taxa reprodutiva básica, estudo exploratório da proporção de alojamento de frangos de corte e desenvolvimento do modelo epidêmico clássico de Reed-Frost, avaliando assim, as possibilidades de disseminação da doença na área de estudo. Os resultados obtidos demonstraram que somente o trânsito referente a visitas técnicas e caminhões de ração nas unidades de produção são fatores que podem desencadear um surto da doença. Quanto mais rápido for obtido o diagnóstico definitivo e tomadas medidas de contenção, menor é a probabilidade de disseminação da doença.

Palavras chave: Doença de Newcastle, Taxa Reprodutiva Básica, Modelo Reed-Frost

## **ABSTRACT**

Simulation of spread of the Newcastle Disease relating the traffic of vehicles between companies and poultry farms

This thesis had as general objective to evaluate the factors of risk of spread of the Newcastle Disease related to the traffic of vehicles between companies and poultry farms. An area of great poultry production of the state of Rio Grande do Sul, Brazil, was chosen to be object of study of the present researches, being simulated starting from a farm *index*, the protection areas and surveillance, as it determines the Plan of Contingency for Avian Influenza and Newcastle Disease. The methodology was based in space analyses and probability, associated to real situations that are part of the process of logistics of the companies. The space analysis of the area was accomplished, through the use of geographical information systems, the extraction of the basic reproductive rate, study exploratory of the proportion of lodging of cut chickens and development of the model epidemic classic of Reed-Frost, evaluating like this, the possibilities of spread of the disease in the study area. The obtained results demonstrated that only the traffic regarding technical visits and ration trucks in the units of production is factors that can unchain an outbreak of the disease. The more fast it be obtained the definitive diagnosis and sockets contention measures, minor is the probability of spread of the disease.

Key Words: Newcastle Disease, Basic Reproductive Rate, Reed-Frost Model

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01: Propriedade foco da Doença de Newcastle no município de Vale Real, Rio Grande do Sul .....	24
Figura 02: Zona de Proteção e Vigilância mediante a propriedade foco de Vale Real, RS.....	25
Figura 03: Divisão da área afetada em zona de proteção e vigilância a partir do foco.....	26
Figura 04: Gráfico esquemático dos conceitos e endemia e epidemia.....	28
Figura 05: Classificação dos modelos epidêmicos.....	31
Figura 06: Localização da região do Vale do Taquari, RS.....	33
Figura 07: Municípios do Vale do Taquari, em destaque Nova Bréscia .....	34
Figura 08: Localização espacial das UPs de Nova Bréscia e municípios vizinhos.....	45
Figura 09: Mapa rodoviário de Nova Bréscia e municípios vizinhos.....	47
Figura 10: Unidades de produção estudadas.....	48
Figura 11: Zona de proteção.....	49
Figura 12: Zona de vigilância.....	50
Figura 13: Possíveis rotas para um corredor sanitário.....	51
Figura 14: Média diária de visitas de uma empresa avícola à UPs.....	55
Figura 15: Curva epidêmica gerada pelo modelo Reed-Frost.....	67

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Densidade avícola dos municípios no raio de 10 km.....	46
Tabela 02: Média de visitas diárias por uma empresa em propriedades com menos de 10 mil frangos alojados.....	52
Tabela 03: Média de visitas diárias por uma empresa em propriedades com alojamentos entre 10-20 mil frangos.....	53
Tabela 04: Média de visitas diárias por uma empresa em propriedades alojamentos entre 20-30 mil frangos.....	53
Tabela 05: Média de visitas diárias por uma empresa em propriedades alojamentos entre 30-40 mil frangos.....	54
Tabela 06: Média de visitas diárias por uma empresa em propriedades alojamentos entre 40-50 mil frangos.....	54
Tabela 07: Média de visitas diárias por uma empresa em propriedades com mais de 50 mil frangos alojados.....	55
Tabela 08: Média de visitas de caminhões de ração e extensionistas em um período de 41 dias .....	58
Tabela 09: Riscos da propriedade de índice fazer contato efetivo com outras propriedades na zona de proteção.....	58
Tabela 10: Número de UPs e frangos de corte alojados em um dia.....	60
Tabela 11: Número de frangos de corte alojados no instante 't' com as respectivas idades.....	61
Tabela 12: Probabilidade de alojamento de frangos nas zonas de proteção e vigilância.....	62
Tabela 13: Média do peso de frangos de corte das linhagens Ross e Cobb em diferentes fases de desenvolvimento.....	63
Tabela 14: Número de UPs de frangos alojados na zona de proteção com a conversão em peso em diferentes idades de desenvolvimento.....	64
Tabela 15: Probabilidade de disseminação da DNC na zona de proteção.....	66
Tabela 16: Dimensões das valas para enterrar frangos sacrificados.....	73
Tabela 17: Tempo estimado para a abertura das valas.....	74

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1:</b> Desenvolvimento do modelo epidêmico Reed-Frost.....	65
--	----

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>15</b>
2.1 Doença de Newcastle.....	15
2.1.1 Etiologia, patogenia e sinais clínicos.....	16
2.1.2 Transmissão.....	18
2.1.3 Diagnóstico.....	18
2.1.4 Medidas preventivas.....	19
2.1.5 Panorama mundial.....	20
2.1.6 Doença de Newcastle no Brasil.....	22
2.1.6.1 Surto da Doença de Newcastle no município de Vale Real, RS.....	23
2.2 Plano de contingência para Influenza Aviária e Doença de Newcastle.....	25
2.3 Distribuição espacial e temporal de ocorrência de doenças.....	26
2.3.1 Análise espacial.....	28
2.3.1.1 Geoprocessamento.....	29
2.3.1.2 Sistemas de informações geográficas.....	30
2.3.2 Modelos matemáticos.....	30
2.3.2.1 Modelo Reed-Frost.....	31
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>33</b>
3.1 Área de estudo.....	33
3.2 Análise espacial.....	35
3.2.1 Escolha da granja <i>índex</i> .....	36
3.3 Fluxo de trânsito de uma empresa integradora à uma unidade de produção .....	36
3.4 Taxa reprodutiva básica.....	37
3.4.1 Taxa de ataque.....	38
3.4.2 Número de contatos por unidade de tempo.....	39
3.4.3 Duração da infectividade.....	39
3.5 Contato efetivo.....	39
3.6 Logística de alojamento de frangos de corte através de Guias de Trânsito Animal (GTAs).....	40
3.7 Estudo exploratório da proporção de alojamento de frangos de corte.....	41
3.7.1 Estimativa de peso dos frangos.....	42
3.8 Curva epidêmica.....	43
3.9 Análise preliminar de custos e perdas econômicas.....	43
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>45</b>
4.1 Caracterização das UPs.....	45
4.2 Fluxo de trânsito de uma empresa integradora à uma unidade de produção .....	52
4.3 Extração da componente $R_0$ .....	56
4.4 Probabilidade de uma UP fazer contato efetivo com outras UPs na área de risco (3 km) .....	57
4.5 Estudo exploratório da proporção de alojamento de frangos de corte.....	59

4.5.1 Estimativa de peso de frangos de corte em diferentes fases de desenvolvimento.....	63
4.6 Modelo Reed-Frost.....	64
4.7 Análise dos resultados em diferentes cenários.....	68
4.7.1 Diagnóstico definitivo para DNC em 7 dias.....	69
4.7.2 Diagnóstico definitivo para DNC em 20 dias.....	69
4.7.3 Diagnóstico definitivo para DNC em 60 dias.....	70
4.8 Análise preliminar de custos e perdas econômicas .....	71
4.8.1 Procedimentos para a contenção da DNC.....	72
4.8.1.1 Sacrifício dos frangos na zona de proteção.....	72
4.8.1.2 Aterros sanitários.....	72
4.8.1.3 Vigilância sorológica.....	75
4.8.2 Custos para o produtor.....	75
4.8.3 Custos para empresas.....	76
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>77</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>79</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>84</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira nos últimos 30 anos teve um crescimento contínuo e acelerado, estando hoje entre as mais desenvolvidas do mundo, ostentando em 2004 e 2005 a posição de maior exportador mundial de carne de frango. Conforme relatório da ABEF (Associação Brasileira de Exportadores de Frango), após a crise enfrentada em 2006 devido à queda do consumo mundial de carne de frango em função dos surtos de Influenza Aviária ocorridos em países da Ásia e Europa, em 2007 o Brasil se consolidou novamente na posição de maior exportador mundial, havendo um recorde nas exportações tanto em volumes, quanto em receita cambial. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), estima que nos próximos dez anos haja um aumento de 4,13% ano na produção da carne de frango, no Brasil.

A região sul do país é responsável por mais de 80 % das exportações nacionais (ABEF, 2006) e, conforme Ross (2008), o Rio Grande do Sul hoje, ocupa o terceiro lugar na escala de produção nacional avícola, tanto na produção quanto nas exportações. A avicultura gaúcha é responsável por: 45 mil empregos diretos, 860 mil atividades indiretas, 9.500 famílias de produtores integrados e uma produção de 700 milhões de frangos de corte por ano (ZANATTA, 2008). Hoje, o estado conta com 21 empresas integradoras que fazem parte da produção comercial e estão localizadas em sua maioria nas regiões Norte, Vale do Taquari (central) e Serra (nordeste), tendo uma capacidade máxima de alojamento de 113.154.866 frangos (ASGAV, 2008).

Junto com o grande desenvolvimento do setor, surgem problemas e desafios, principalmente de ordem sanitária, pois, a criação de forma intensiva deixa as aves susceptíveis a uma série de enfermidades, que quando não diagnosticadas de forma adequada e em tempo hábil, comprometem o sucesso do empreendimento, ocasionando transtornos em vários pontos da cadeia produtiva. Um dos desafios que vem de encontro à produção avícola nacional é a Doença de Newcastle, considerada hoje uma grande ameaça à produção brasileira, pois é uma doença de notificação obrigatória que culmina no sacrifício de todas as aves afetadas.

Um surto desta doença nos dias atuais, em uma área de alta densidade de produção avícola, acarretaria sérias conseqüências à economia, pois afetaria diretamente desde o

pequeno produtor rural que tem nesta atividade sua fonte de subsistência até as grandes agroindústrias, ocasionando números significativos de desempregos. Isto pode ser justificado, uma vez que o diagnóstico positivo da Doença de Newcastle em uma unidade de produção integrada, resulta na suspensão por tempo indeterminado das importações pelos países que mantêm relações comerciais com o Brasil, devido às medidas de biossegurança e barreiras sanitárias estabelecidas pela OIE (Organização Mundial de Saúde Animal) até a erradicação do surto, uma vez que o Brasil é considerado um país livre da Doença de Newcastle, com vacinação, na avicultura comercial.

A suspeita clínica da Doença de Newcastle deve ser notificada aos órgãos oficiais imediatamente à sua detecção, sendo que os mesmos devem realizar a visita à propriedade suspeita dentro de 72 horas. Se os sinais clínicos apresentados forem compatíveis aos da doença, esta propriedade, conforme o Plano de Contingência para a Doença de Newcastle e Influenza Aviária (BRASIL, 2007), deverá ser interditada, estipulada a zona de controle e vigilância e deverá ser coletado material para diagnóstico laboratorial definitivo.

No Rio Grande do Sul, as amostras suspeitas são encaminhadas ao Laboratório credenciado pelo MAPA, Lanagro, em Campinas, SP. A demora no envio, recebimento das amostras suspeitas e o diagnóstico definitivo, pode resultar na disseminação da doença, surgindo novos focos, sendo necessária a abertura de novas zonas de controle e vigilância frente ao novo foco. O rápido diagnóstico e identificação das unidades de produção localizadas nas zonas de controle e vigilância são decisivas para a rápida contenção de um surto.

Em 2006 foi notificado um surto da Doença de Newcastle, no município de Vale Real, Rio Grande do Sul, em uma propriedade, cuja criação de aves era caracterizada como de subsistência. O diagnóstico definitivo foi recebido sessenta dias após a primeira notificação, e durante este período houve embargo das exportações da carne de frango para países com os quais o Brasil mantém relações comerciais, como a Rússia e Argentina. Como se tratava de uma criação de subsistência e a área era de baixa densidade de aviários comerciais não houve a disseminação da doença, mas, esta realidade transposta à avicultura comercial em uma área de alta densidade, torna-se uma incógnita na qual, não se tem conhecimento se um surto nestas condições seria rapidamente contido e erradicado como foi no caso de Vale Real.

Mediante o exposto, este trabalho teve como objetivo geral avaliar os fatores de risco de disseminação da Doença de Newcastle referentes ao trânsito em uma área de grande produção avícola no estado do Rio Grande do Sul, frente a um suposto foco da doença, associando à perdas econômicas.

Os objetivos específicos foram:

- Diante um suposto foco, realizar um levantamento de todas unidades produtoras de frango de corte em um raio de 10km utilizando técnicas de geoprocessamento.

- Realizar um estudo espacial das unidades de produção, frente às principais vias de trânsito da região.

- Avaliar o fluxo de trânsito de uma empresa integradora de frango de corte em uma unidade de produção durante o período que compreende o alojamento e o carregamento para abate dos frangos.

- Avaliar a possibilidade de disseminação da doença de Newcastle na área selecionada através da Taxa Reprodutiva Básica.

- Realizar uma logística na área de estudo contemplando o número de aviários com frangos alojados, idade dos mesmos e número de aviários em vazão sanitário em um instante “t”.

- Avaliar a probabilidade de disseminação da DNC através do modelo probabilístico clássico Reed-Frost

- Fazer uma análise preliminar de perdas econômicas: empresa integradora e produtor.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Doença de Newcastle

A Doença de Newcastle (DNC) é um dos principais problemas sanitários da avicultura mundial. É uma enfermidade viral aguda, altamente contagiosa que acomete aves comerciais e outras espécies aviárias, produzindo sinais respiratórios, podendo ser acompanhados de manifestações nervosas, diarreia, edema de cabeça, entre outros. (ARNS, *et al.*, 2007). A OIE estabelece a obrigatoriedade de notificação em caso de sua suspeita e, mediante diagnóstico positivo, medidas severas de contenção e erradicação devem ser tomadas, incluindo o sacrifício das aves afetadas e susceptíveis à contaminação. O diagnóstico positivo desta enfermidade pode culminar com a interrupção das exportações da carne de frango, causando grandes perdas econômicas aos países afetados. (ARNS, *et al.*, 2007).

A DNC é considerada uma doença de distribuição mundial, com áreas onde é endêmica ou com áreas e países considerados livres da doença (BRASIL, 2007). Conforme Back (2004), a DNC já foi descrita nos principais países produtores de aves do mundo, ocorrendo em aves de qualquer idade, sendo prevalente em galinhas e perus.

O relato, considerado como o primeiro surto no mundo da DNC, ocorreu em Java, na Indonésia, em 1926 e em Newcastle, na Inglaterra, mas, surtos similares antes desta data já haviam sido relatados na Europa Central e na Coreia em 1924. Após 1926, foi descrito um surto similar nos Estados Unidos, em meados de 1930, sendo que na época foi denominada de pneumoencefalite aviária (ALEXANDER, 1997).

Paullilo e Doretto Junior (2000) relataram três grandes panzootias que marcaram a história da DNC no mundo. A primeira, iniciou em 1926, logo após o primeiro relato e teve difusão na maioria dos países do mundo até meados de 1956. A segunda panzootia surgiu no final de 1960, no Oriente Médio, sendo considerada mais forte que a primeira, atingindo todos os continentes até 1973, e a terceira grande panzootia iniciou também no Oriente Médio em 1970, onde foi relatada a forma neurotrópica da doença. A principal

forma de difusão da doença considerada na época em que ocorreram estas panzootias foi o comércio de aves susceptíveis entre os países.

### 2.1.1 Etiologia, patogenia e sinais clínicos

O agente etiológico da Doença de Newcastle, também conhecida como pseudo- peste aviária, pneumoencefalite aviária e desordem respiratória nervosa, é um vírus membro da família *Paramyxoviridae*, sorotipo *Paramyxovirus* aviário tipo 1 (PMV-1), do gênero *Avulavirus*. (ALEXANDER, 1997; ARNS, *et al.*, 2007, PAULLILO e DORETTO JUNIOR, 2000; SWAYNE e KING, 2003). Os vírions do VDN (vírus da doença de Newcastle) são envelopados, RNA, fita simples, pleomórficos, muitas vezes esféricos, com diâmetro de aproximadamente 180 nm, possuindo genoma não segmentado e polaridade negativa (ARNS, *et al.*, 2007). Conforme Silva (2006), este vírus se caracteriza pela sua capacidade de aglutinar hemácias de aves, isto, devido à presença da hemaglutinina, proteína, que junto com a neuraminidase, se projetam na superfície do vírus. Outra proteína que faz parte da estrutura viral é a proteína F, responsável pela adesão do vírus à célula hospedeira.

O período de incubação da doença, por exposição natural do vírus varia de dois à quinze dias (em média, cinco à seis dias em frangos) e, já foi comprovado que este vírus é capaz de infectar experimentalmente ou naturalmente, mais de 241 espécies de aves, representado 27, das 50 ordens de aves existentes, de forma que estas, podem servir de reservatório do vírus para a disseminação da doença (ALEXANDER, 1997). Em galinhas susceptíveis, o surto da DNC pode ser extremamente severo, com até 100% de mortalidade em até 72 horas sem apresentar nenhum sinal clínico (PAULLILO e DORETTO JUNIOR, 2000).

Para Swayne e King (2003), mesmo que todos os isolados sejam PMV-1, eles variam a virulência, podendo causar altas taxas de mortalidade em aves susceptíveis ou apenas uma infecção subclínica. Os sinais clínicos variam de acordo com a virulência da cepa, a espécie da ave afetada e a predileção do vírus infectante pelo sistema respiratório, sistema gastrointestinal ou sistema nervoso central. Devido a grande diferença da virulência entre os isolados do VDN, uma classificação simples foi determinada, baseada na observação dos sinais clínicos e lesões em galinhas doentes.

Hanson e Brandly (1955), inicialmente classificaram as cepas como lentogênicas, mesogênicas e velogênicas em função do tempo de mortalidade dos embriões inoculados com VDN, como lenta, intermediária ou rápida, respectivamente. Hoje, Paullilo e Doretto Júnior (2000), descrevem que as estirpes do vírus são agrupadas em cinco patotipos, com base nos sinais clínicos observados em aves infectadas experimentalmente:

- Velogênico Viscerotrópico: manifestação altamente patogênica, com elevada morbidade e mortalidade, com lesões intestinais e respiratórias hemorrágicas.

- Velogênico Neurotrópico: forma altamente patogênica de alta morbidade e mortalidade, com sinais nervosos e respiratórios.

- Mesogênico: a doença se caracteriza por sinais respiratórios mais brandos e baixa mortalidade.

- Lentogênica ou vacinal: sinais clínicos respiratórios leves ou subclínicos e,

- Entérica assintomática: caracteriza-se por infecção entérica subclínica.

Conforme Beard (2008), a forma velogênica da doença em frangos, caracterizada por lesões no SNC (sistema nervoso central) ou gastrointestinal, possui uma morbidade próxima a 100% e mortalidade de até 90% em aves sensíveis. Em casos de aves não vacinadas, pode haver alta mortalidade sem ser detectado nenhum sinal prévio de doença, mas os sinais neurológicos ou depressão grave é o sinal clínico mais evidente, sendo que esta forma da doença é mais grave em galinhas, perus, faisões, codornas e pombos. Back (2004), ainda ressalta que a manifestação dos sinais clínicos está intimamente ligada ao estado imune das aves infectadas. O mesmo autor, discorrendo em relação a patogenicidade do vírus, afirma que, embora haja diferentes índices de patogenicidade entre os patotipos da DNC, não há diferença na difusão entre eles e nem de resistência no meio ambiente.

Piacenti (2006), em estudo sobre a patogenicidade dos diferentes isolados do VDN, infectou experimentalmente perus SPF (*specific pathogen free*) e comerciais com amostras lentogênicas, mesogênicas e velogênicas do vírus. Os sinais clínicos apresentados nas aves durante o período de observação revelou que os perus infectados com as amostras lentogênicas não apresentaram sinais clínicos da doença, alguns dos perus infectados com amostras mesogênicas apresentaram depressão e aqueles desafiados com amostras velogênicas (neurotrópicas e viscerotrópicas) desenvolveram depressão severa e sinais neurológicos.

### 2.1.2 Transmissão

A infecção pode ocorrer através da inalação ou ingestão, sendo que o vírus está presente no ar exalado pelas aves, nas fezes e em toda parte da carcaça da ave durante a infecção aguda e na morte. A contaminação de outras aves pode ocorrer por meio de aerossóis e pela ingestão de água ou comida contaminada. Há controvérsias quanto a transmissão vertical do vírus. (BRASIL, 2007).

Alexander (1995) em acordo, afirma que inúmeros são os fatores responsáveis pela propagação da doença no ambiente, tais como o contato direto entre aves doentes e saudas, disseminação pelo ar, movimentos dos pássaros selvagens, movimento de pessoas e equipamentos nas granjas, movimento de produtos avícolas, contaminação pelo alimento ou água e outras formas, como por exemplo, inativação incorreta ou contaminação de vacinas vivas. Silva (2006) salienta que a movimentação de pessoas e equipamentos é considerada um importante meio de disseminação da doença, sendo também que, cães, gatos e roedores presentes nas propriedades avícolas podem representar uma fonte potencial para a disseminação mecânica do vírus entre aves infectadas e susceptíveis.

Back (2004) em concordância, também cita que os equipamentos, veículos e homem sejam os principais meios de disseminação da doença entre lotes doentes e saudas. Conforme Paulillo e Doretto Junior (2000), este foi o método de difusão mais importante em surtos da DNC que ocorreram na Califórnia na década de 70.

### 2.1.3 Diagnóstico

O diagnóstico da doença pode ser realizado pela inoculação de macerados de órgãos de aves suspeitas em ovos embrionados ou por testes moleculares, como RT-

PCR (reação de polimerase em cadeia em tempo real). A confirmação do isolamento viral é feita por testes de inibição da hemaglutinação (HI), que permitem também o diagnóstico diferencial de vírus de influenza aviária. Amostras virais identificadas como Newcastle, isoladas em ovos a partir de surtos em que ocorra a suspeita da doença devem ser então testadas *in vivo* em pintos, ou caracterizadas por sequenciamento de DNA, para determinar a sua patogenicidade. (BRASIL, 2007),

O teste *in vivo* em pintos, chamado de índice de patogenicidade intracerebral (IPIC), conforme Arns *et al.* (2007), se baseia na inoculação do líquido alantóide (coletado dos ovos embrionados infectados) no cérebro de pintinhos SPF de um dia, sendo observados a cada 24 horas durante 8 dias, com classificações em diferentes graus: zero (normal), 1 (doente) 2 (mortos), sendo que os sinais clínicos nos pintos é que determinam a virulência do isolado. A OIE considera a doença de Newcastle altamente patogênica quando o vírus isolado apresenta um IPIC maior ou igual a 0,7 em pintos de um dia ou então, a presença de múltiplos aminoácidos básicos é demonstrada no vírus (diretamente ou por dedução) na porção C-terminal da proteína F2 e fenilalanina no resíduo 117, que é a porção N terminal da proteína F1. O termo ‘múltiplos aminoácidos básicos’ se refere à pelo menos três resíduos de arginina ou lisina entre os resíduos 113 e 116.

#### 2.1.4 Medidas preventivas

Para Back (2004), a principal forma de prevenção da DNC é criar as aves em ambiente livre da doença, mantendo bom manejo, isolamento e biossegurança. Em muitos países, incluindo o Brasil, a doença vem sendo controlada em plantéis comerciais através da vacinação, com vacinas aprovadas e com controle de qualidade. Em alguns estados brasileiros são vacinadas apenas as matrizes, para transferência de imunidade materna às progênes (BRASIL, 2007). Allan, *et al.* (1978) *apud* Alexander (1997) estimou, através do teste de inibição da hemaglutinação, que os títulos maternos de uma progênie decaem entre quatro a cinco dias e isto deve ser levado em consideração para planejar um programa de vacinação.

As cepas B1 e La Sota (lentogênicas) são as mais utilizadas para a imunização de aves em todo o mundo (Bruce *et al.*, 2000) e, o mesmo autor ainda diz que estas vacinas induzem a altos títulos de IGA, IgG e IgM no soro de aves recém vacinadas. Para Silva (2006), as vacinas proporcionam uma proteção contra a doença nas espécies aviárias para as quais foram formuladas, mas elas são menos eficazes na proteção contra a infecção, sendo que somente reduzem a quantidade de vírus eliminado pela ave infectada, não descartando, desta forma, a possibilidade de transmissão à outras aves.

### 2.1.5 Panorama Mundial

A forma velogênica da DNC é endêmica em muitos países da Ásia, Oriente Médio, África e América do Sul e Central (BEARD, 2008). Franzo (2008), em revisão sobre a ocorrência de surtos da doença, relatou casos ocorridos nos Estados Unidos (1998), Austrália (1999), México (2000) e Venezuela (2002), sendo que todos eram devido a amostras velogênicas do vírus, e culminaram na proibição das exportações, até a total erradicação do foco. A OIE (2006), em dois anos, registrou vários surtos da doença em escala mundial e os respectivos países foram: Botswana, Iugoslávia, Israel e Grécia em 2005 e, México, Ucrânia, Azerbaijão, Japão, França, Brasil, Suíça, Latvia, Reino Unido, Itália, Turquia, Bulgária, Romênia e Servia e Montenegro em 2006.

Lomniczi, et.al.(1998) realizaram uma análise filogenética de 51 cepas do VDN isolados de surtos ocorridos entre os anos de 1992-1996 em países da Europa Ocidental, através do uso de biologia molecular (PCR). Foram identificados dois grupos virais, sendo que um grupo de 11 isolados, originários da Áustria, Suíça, Dinamarca e Suécia foram identificados como pertencentes ao grupo VI (isolados no Oriente Médio durante a segunda panzootia). O outro grupo, contendo 40 isolados, foi classificado como pertencente ao grupo VII (um novo subtipo, até então não isolado), originários da Alemanha, Bélgica, Itália, Espanha e Países Baixos.

Nwanta et.al. (2008), em estudo retrospectivo sobre a prevalência do VDN em pequenas criações de aves na Nigéria, apresentaram a alta prevalência do vírus em diferentes regiões do país, através de testes sorológicos. Algumas regiões tiveram uma prevalência acima de 70% sobre as aves estudadas, e ainda, estudos prévios

demonstraram que a doença é epidêmica tanto em pequenas criações, quanto na indústria comercial, revelando a alta susceptibilidade dos rebanhos avícolas do país.

Liang *et al.* (2002), com doze amostras de cepas isoladas de galinhas doentes durante surtos ocorridos da DNC entre 1979 e 1999 em cinco províncias da China Ocidental, através de isolamento viral e técnicas de biologia molecular, caracterizaram estas cepas como de alta patogenicidade. Ainda, Lien *et al.* (2007) estudaram a patogenicidade dos VDN em amostras isoladas de aves doentes durante surtos da doença ocorridos entre os anos de 2003 e 2006 em Taiwan, utilizando metodologias de biologia molecular e isolamento viral. Todos os isolados (n=20) foram considerados velogênicos, demonstrando desta forma, a prevalência desta estirpe viral na região, tornando-se uma informação fundamental para a implementação de estratégias de controle eficazes à doença, bem como para o desenvolvimento de vacinas para o VDN em questão.

Otim *et al.* (2007), em estudo sobre os fatores de risco associados à epidemias da DNC em Uganda, além de constatar variáveis significativas na ocorrência de surtos, como a movimentação de aves das granjas aos mercados e a presença de aves silvestres nos locais de criação, concluiu que a enfermidade é endêmica na região experimentada. Este estudo foi realizado em três distritos no oriente de Uganda, representando três zonas agro-ecológicas, e questionários foram aplicados para a coleta de informações sobre as criações, natureza, administração, entre outros, e todos os proprietários das granjas pesquisadas relataram surtos da doença durante o período de observação, caracterizados por distúrbios respiratórios, diarreia, sinais clínicos nervosos e mortalidade próxima a 100%. Este estudo também demonstrou que as estações chuvosas e secas não tiveram importância significativa no aparecimento da doença, bem como a existência de patos nas propriedades.

Choi, *et al.* (2008), apresentaram um caso de isolamento do VDN em duas corujas na Coreia em 2005, o qual a necropsia dos animais revelou hemorragia intestinal e proventriculite, característica das estirpes virais velogênicas viscerotrópicas. A análise filogenética dos isolados foram semelhantes a das cepas isoladas em aves comerciais. Reforça-se desta forma, a facilidade de contágio, tanto de aves silvestres para aves domésticas quanto de aves domésticas para aves silvestres, bem como a prevalência do vírus neste país.

Ananth, *et al.* (2008), caracterizaram três isolados do VDN provindos de galinhas não vacinadas no sul da Índia. As amostras foram obtidas a partir de suabes cloacais e submetidas a testes de isolamento viral e técnicas de biologia molecular. No

teste de IPIC, duas amostras foram classificadas como virulentas e a outra de baixa patogenicidade. Tais resultados fortalecem a possibilidade dessas aves serem carreadoras do vírus e apresentarem uma resistência natural, uma vez que elas não tiveram nenhum sinal clínico da doença. Mas estas aves podem ter uma ação potencial de infecção na indústria comercial avícola da região.

#### 2.1.6 Doença de Newcastle no Brasil

O histórico da doença no Brasil começou com o primeiro surto da DNC em Belém e Macapá, território do Amapá em 1953, sendo que aparentemente a introdução ocorreu por meio de carcaças de frangos congeladas importadas dos Estados Unidos (SANTOS *et al.*, 1954 *apud* FRANZO, 2008). Nos anos que seguiram, não houve mais relatos de caso da doença, mas conforme Paullilo e Doretto Junior, (2000), a partir da década de 70 até meados dos anos 2000, o Brasil foi cenário de vários focos da doença em todo território nacional, incluindo os estados do Piauí, Sergipe, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Paraná e Rio Grande do Sul. Entre os anos de 1971 a 1979 a DNC constituiu o terceiro problema sanitário mais freqüente na avicultura de corte de Minas Gerais e outros estados.

Oliveira, *et al.* (2003), em levantamento sorológico de aves silvestres de cativeiro e vida livre em oito municípios do estado do Rio de Janeiro, constatou uma prevalência de 1,43% para o PMV-1 em testes de inibição da hemaglutinação (HI). Tal pesquisa contou com 837 amostras de soro coletadas no período de 1998 a 2001, e as principais espécies estudadas foram galinhas, patos e gansos domésticos. Desta forma, mesmo com a baixa prevalência, os autores afirmam a hipótese desta população atuar como reservatório do VDN no estado. Outro estudo recente, realizado por Silva, *et al.* (2006) no estado de Pernambuco revelou a prevalência do VDN em pardais capturados em granjas de corte e postura. Cento e três amostras de soro sanguíneo das aves foram submetidas ao teste de HI, detectando anticorpos para o vírus em 10,68% das amostras.

O Brasil foi considerado país endêmico da DNC por 25 anos. Em junho de 2003, o MAPA (Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento) declarou os plantéis avícolas industriais dos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e do Distrito Federal livres da DNC com vacinação, onde não se registrava a ocorrência da doença por mais de cinco anos (BRASIL, 2003). Entretanto, em 2006 um surto da DNC foi reportado em

galinhas de subsistência no município de Vale Real, no Rio Grande do Sul, no qual mediante o diagnóstico positivo da doença, o MAPA e a SEAPPA (Secretaria Estadual de agricultura, pecuária, pesca e abastecimento), atuaram em conjunto na contenção e erradicação do foco (SEAPPA,2008).

#### 2.1.6.1 Surto da Doença de Newcastle no Município de Vale Real.

A suspeita da doença foi notificada em 4 de maio de 2006, sendo informada a mortalidade de 16 aves e detecção de sinais respiratórios, além de andar cambaleante, prostração, diarreia branca e diminuição da ingestão de água e alimento. No mesmo dia, houve a visita e interdição da propriedade, na qual havia 44 aves criadas para fins de subsistência. Foram coletados nove suabes cloacais, nove suabes traqueais e oito soros.

No dia 8 de maio de 2006 as amostras chegaram ao LANAGRO/SP, obtendo na primeira triagem, sorologia negativa para a Doença de Newcastle. No dia 11 de maio iniciou o diagnóstico de isolamento viral, onde foi detectada a contaminação de amostras, as quais passaram por purificação, e no dia primeiro de junho foram retomados os procedimentos de isolamento, o qual foi positivo na terceira passagem (HA). Dia 28 de junho iniciou teste de patogenicidade intracerebral (IPIC), o qual rendeu o diagnóstico definitivo como positivo. No dia 4 de julho o laboratório confirmou o diagnóstico virológico e, no dia 6 de julho o MAPA e a SEAPPA iniciaram os procedimentos para a erradicação do foco, conforme o Plano de Contingência.

A propriedade em que ocorreu o foco se localiza em um vale cercado de morros cobertos com matas nativas, caracterizando-se uma barreira natural, como demonstra a Figura 1.



**Figura 1:** Propriedade foco da Doença de Newcastle no município de Vale Real, Rio Grande do Sul.

A partir desta propriedade foi estabelecida a zona de proteção (3 km) e a zona de vigilância (3, 10 e 50 km), como demonstra a figura 2, e restrição do trânsito. As aves comerciais localizadas na zona de proteção foram destinadas a abatedouro habilitado com Serviço de Inspeção Federal, localizado a 7.970 m do foco.

Foi realizado inquérito epidemiológico, com coleta de informações do proprietário e coleta de amostras biológicas de aves, não sendo constatada ocorrência da enfermidade nas propriedades visitadas. Todos os estabelecimentos na zona de vigilância foram interditados e todas as amostras biológicas coletadas de aves da zona de proteção e vigilância foram encaminhadas para o LANAGRO/SP, para diagnóstico sorológico e virológico. No dia 07 de julho iniciou a vigilância nas propriedades de criação de aves de subsistência localizadas na zona de proteção. Nas propriedades visitadas foi aplicado um questionário epidemiológico e realizada coleta de amostras biológicas para diagnóstico sorológico e viral.



O Plano de Contingência determina normas de procedimentos à suspeitas e medidas de contenção em casos de doença de Newcastle, as quais são: notificação da suspeita, atendimento a notificação, visita a propriedade, colheita de material, investigação epidemiológica e sacrifício preventivo das aves suspeitas. A partir da confirmação do diagnóstico pelo LANAGRO/SP, deverão ser implementadas ações de emergência sanitária, nas zonas de proteção e de vigilância, ao redor da propriedade de ocorrência do foco. A zona de proteção deve equivaler a 3 Km, ao redor do foco e a zona de vigilância, a 7 Km a partir da zona de proteção, perfazendo um total de 10 Km (figura 3), podendo ser ampliadas ou reduzidas, conforme determine o estudo epidemiológico da região.



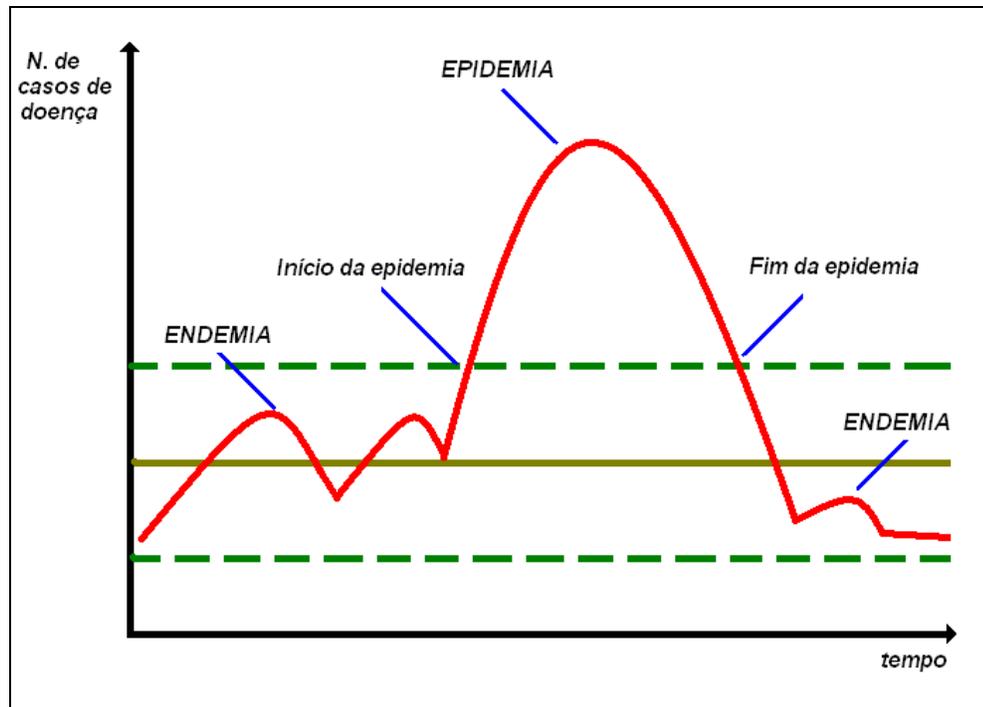
**Figura 3:** Divisão da área afetada em zonas de proteção e vigilância a partir do foco. (BRASIL, 2007).

### 2.3 Distribuição espacial e temporal de ocorrência de doenças

MacMahon *et al.* (1960), já consideravam o tempo e o espaço como variáveis necessárias para várias medidas epidemiológicas e conceitos de associação casual, sendo que as variações na frequência de diferentes manifestações frente ao espaço-tempo formam a base para a formulação de hipóteses, etiologia e medidas de controle.

Para Thrusfield (2004), em uma investigação epidemiológica, faz-se necessário determinar o número de animais afetados de forma a quantificar a doença estudada, além da descrição de onde e quando a doença ocorreu, relacionando o tamanho da população em risco. O tempo de ocorrência dos casos é a sua distribuição temporal e sua localização é a distribuição espacial. Wayne, *et al.* (1997), afirmam que o conhecimento da taxa de risco de uma doença de acordo com a localização geográfica é o primeiro passo para a compreensão da doença, sendo ainda, que há várias formas de determinar agrupamentos no espaço, muitas das quais se baseiam em modelos matemáticos complexos. Os mesmos autores ainda enfatizam que, além do agente infeccioso e o ambiente, o tempo também é uma variável fundamental, no qual, o conhecimento de modelos temporais pode proporcionar uma visão interna entre o hospedeiro e o agente.

Côrtes (1993) determina que o estabelecimento definitivo da ocorrência de uma doença em determinada área geográfica, bem como o intervalo de tempo envolvido na manifestação do evento são variáveis que oferecem grandes subsídios para a mensuração do 'processo-doença'. O tempo e o espaço permitem reconhecer duas formas básicas de ocorrência de doenças: endêmica e epidêmica (Figura 4). Quando a incidência permanece estável ao longo de períodos sucessivos, trata-se de uma endemia (homem) ou enzootia (animal), e quando a incidência de uma doença sofre variações fortes ao longo de períodos sucessivos, aumentando de forma acelerada antes de estabilizar ou decrescer, trata-se de numa epidemia (homem) ou epizootia (animal) (TOMA *et al.*, 2004).



**Figura 4:** Gráfico esquemático dos conceitos de endemia e epidemia  
(adaptado de Côrtes, 1993)

### 2.3.1 Análise espacial

Para Thrusfield (2004), um método comum de representar a distribuição geográfica (espacial) de doenças e relacionar fatores é desenhando mapas. Conforme Druck, *et al.* (2004), a distribuição espacial de fenômenos constituiu um desafio para a elucidação de problemas em diversas áreas do conhecimento, sendo que além da percepção visual, é útil para traduzir os padrões existentes com considerações objetivas e mensuráveis, como a coleta de dados sobre a ocorrência de doenças, distribuição no espaço, associações, contágio, tempo, etc.

Teles (2001) define a análise espacial como a habilidade de combinar dados espaciais de natureza diversas, manipulando-os e lhes aplicando técnicas (matemáticas, estatísticas, etc.) para obter conclusões adicionais só evidentes com um estudo mais profundo e com uma espacialização de dados. Os objetivos da análise espacial, conforme Pfeiffer e Morris (1994) são de identificar áreas de risco e os fatores

resultantes na interação espacial, como a possibilidade de transmissão de doenças. Além disso, esta forma de análise pode determinar se um “ponto padrão” equivale à regularidade ou efeito de grupo.

Para Durr e Gatrell (2004 b), análise espacial abriu as portas para uma nova subclasse da epidemiologia, a “epidemiologia espacial”, que é capaz de somar valores consideráveis e perceber problemas em saúde animal e sua relação com o ambiente físico. Ostfeld *et al.* (2005), ainda relata que a epidemiologia espacial surgiu para entender a causa e consequência da heterogeneidade espacial nas doenças infecto contagiosas, especialmente as zoonoses.

#### 2.3.1.1 Geoprocessamento

Segundo Rocha (2000), com a rápida evolução da informática surgiu várias ferramentas para a captura, armazenamento, processamento e apresentação de informações espaciais georreferenciadas. A ligação técnica e conceitual dessas ferramentas levou ao desenvolvimento da tecnologia de processamento de dados geográficos, denominada geoprocessamento. O objetivo principal do geoprocessamento é fornecer suporte ao ser humano, auxiliando-o durante o processo de tomada de decisão com vistas a solução de problemas (NETO, 2003).

O geoprocessamento se apóia em estruturas de percepção de fenômenos ambientais que proporcionem a transformação de dados geograficamente referenciados em informação relevante (SILVA, 2007). Desta forma, Durr e Gatrell (2004 a) descrevem a aplicabilidade do geoprocessamento como uma ferramenta para as análises espaciais nas diferentes áreas das ciências veterinárias e saúde pública, como os sistemas de informações geográficas na saúde humana, epidemiologia espacial aplicada a doenças animais, entre outros.

### 2.3.1.2 Sistemas de Informações Geográficas

Calijuri e Hohm (1994) definem os SIGs (sistemas de informações geográficas) como tecnologias para a investigação de diversos fenômenos, os quais capturam, armazenam, atualizam, manipulam, analisam e apresentam todas as informações referenciadas geograficamente. Para Pedrosa e Câmara (2002), os principais componentes de um SIG incluem o espaço e as relações espaciais, o tempo e o modelo matemático que descreve o fenômeno, sendo que estes princípios básicos devem ser considerados na implementação de sistemas espaciais, juntamente com a abordagem computacional para que estes princípios sejam apresentados de forma integrada e consistente.

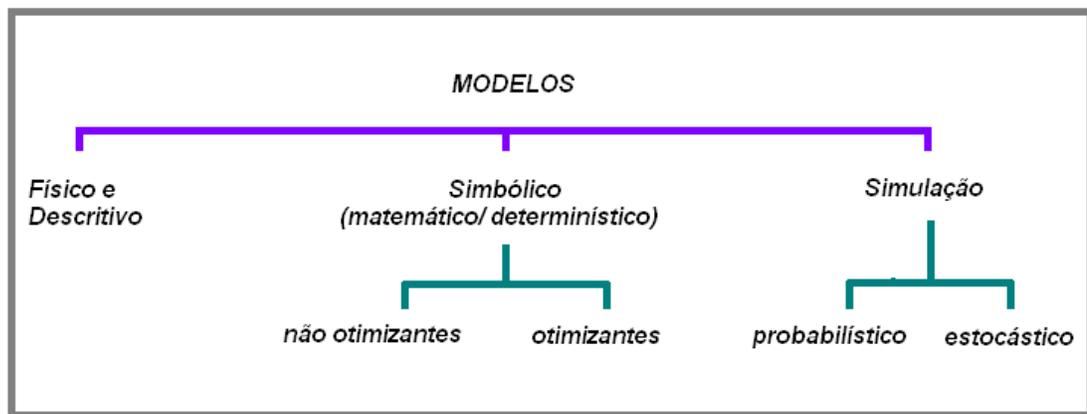
Kofer *et al.* (2003), consideram os SIGs como uma inovação tecnológica para a análise de dados espaciais em epidemiologia veterinária, sendo usados em grande escala para estudos de processos espaciais e informação temporal sobre casos e surtos de doenças, auxiliando na implementação de sistemas de controle adequados. Norstrom (2001) relata que os SIGs podem ser usados para a produção de mapas de incidência e prevalência de doenças, em regiões específicas ou países, salientando ser uma excelente ferramenta em casos de surtos de doenças infecciosas. Com SIGs é possível realizar de simulações epidemiológicas através dos dados geográficos armazenados no seu banco de dados, pois eles permitem a simulação computacional da dinâmica das doenças infecciosas por localizações geográficas específicas (PFEIFFER *et al.*, 1994).

### 2.3.2 Modelos matemáticos

Modelos matemáticos para estudos de disseminação de doenças em medicina veterinária são amplamente utilizados nos dias atuais, de forma a prevenir e estudar estratégias de controle em caso de surtos. Os modelos são a representação de eventos em matemática quantitativa, de tal forma que possam prever estes eventos. Eles são constituídos para prever padrões de ocorrência de doenças e o que provavelmente

aconteceria se várias estratégias alternativas de controle fossem tomadas (THRUSFIELD, 2004).

Conforme Pedrosa e Câmara (2002), um modelo é constituído por pelo menos três elementos: variáveis, relacionamentos e processos, sendo que, ao se construir um modelo, dependendo do objetivo proposto, pode-se dar ênfase a um ou outro destes elementos. Para Wayne *et al.* (1997), os modelos são utilizados com o intuito de aproximar ou imitar a realidade, podendo ser classificados em físico e descritivo, simbólico ou de simulação, como são apresentados na figura 5.



**Figura 5:** Classificação dos modelos (adaptado de Wayne *et al.*, 1997).

### 2.3.2.1 Modelo Epidêmico Reed-Frost

O modelo epidêmico Reed-Frost é um modelo simples que descreve a probabilidade de disseminação de uma doença infecciosa em uma população fechada (O'NEILL, 2003). Conforme Thrusfield (2004), neste modelo clássico e de fórmula simples a população é dividida em três grupos distintos: Animais infectados, animais susceptíveis e animais imunes.

Thrusfield (2004) ainda diz que:

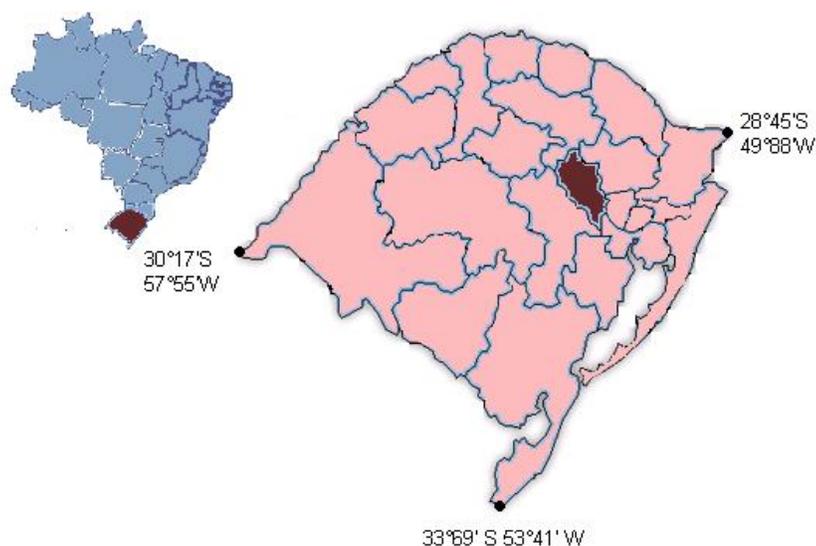
O número de indivíduos de cada grupo determina a forma da curva epidêmica e o padrão de imunidade da população. Supondo que o período de infectividade do animal é curto e que o período de latência ou período de incubação é constante, então, começando com um único caso (ou vários casos simultâneos) novos casos ocorrerão em uma série de estágios. Ocorrendo casos a cada estágio, pode-se esperar haver uma distribuição binomial (...). O modelo também assume que todos os animais infectados desenvolvem a doença, tornando-se infectantes e depois imunes.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido mediante informações cedidas pela SEAPPA (Secretaria Estadual de Agricultura, Pecuária, Pesca e Abastecimento), ASGAV (Associação Gaúcha de Avicultura) e empresas integradoras de frango de corte. Todas as informações expressas neste estudo, referente ao levantamento de dados são reais, atuais e integrantes dos processos de logística dessas empresas.

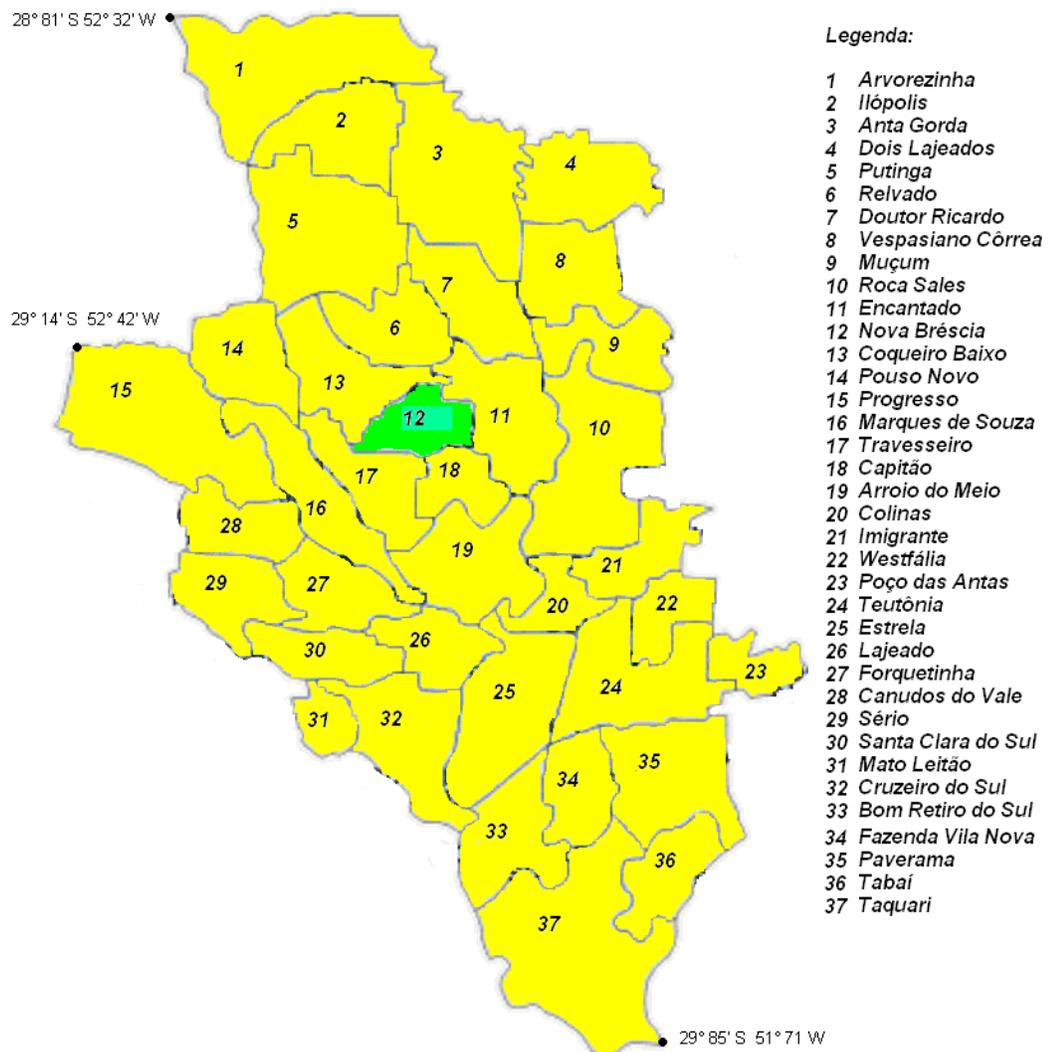
#### 3.1 Área de estudo

A região escolhida para o desenvolvimento da pesquisa foi o Vale do Taquari, em razão de sua grande produção avícola, especificamente de frangos de corte, sendo esta região (figura 5) constituída por 37 municípios, com uma população estimada em 2005 de 320 mil habitantes, em uma área de 4.867 Km<sup>2</sup> (WIKIPÉDIA, 2008).



**Figura 6:** Localização da região do Vale do Taquari, Rio Grande do Sul, Brasil.

A região do Vale do Taquari conta com 2048 produtores de frangos de corte, com 2583 aviários e com uma capacidade máxima de alojamento de 30.220.000 frangos (ASGAV, 2008). Dentre os 37 municípios, o município de Nova Bréscia foi escolhido para ser a área de estudo, por ser o município de maior produção avícola do estado do Rio Grande do Sul. A figura 6 apresenta a região do Vale do Taquari, com seus respectivos municípios e em destaque o município de Nova Bréscia.



**Figura 7:** Municípios do Vale do Taquari, em destaque, Nova Bréscia.

### 3.2 Análise Espacial

Conforme Druck, *et al.* (2004),

A análise espacial é composta de um conjunto de procedimentos encadeados, cuja finalidade é a escolha de um modelo inferencial que considere explicitamente o relacionamento espacial presente no fenômeno. Os procedimentos iniciais da análise incluem o conjunto de métodos genéricos de análise exploratória e a visualização dos dados em geral é através de mapas. Essas técnicas permitem descrever a distribuição das variáveis de estudo, identificando as observações atípicas não só em relação ao tipo de distribuição, mas também em relação as vizinhos e buscar a existência de padrões na distribuição espacial. Por meio destes procedimentos é possível estabelecer hipóteses sobre as observações de forma a selecionar o modelo mais bem suportado pelos dados inferenciais.

Para a espacialização e posterior análise dos dados foram utilizados os seguintes materiais:

- Aplicativo GeoAves (SIG)
- Mapa físico-político da região do Vale do Taquari
- Mapa rodoviário da região do Vale do Taquari
- Banco de dados com as coordenadas geográficas (latitude e longitude) das

unidades de produção de frangos de corte integradas.

Os mapas físico-políticos e rodoviários foram processados no SIG GeoAves, sendo realizado nestes, a espacialização pontual de cada unidade de produção, mediante a indexação das coordenadas geográficas de cada UP, tendo como único objetivo, nesta fase de elaboração, o posicionamento e orientação geográfica das UPs.

A partir da espacialização das propriedades no mapa físico-político, delimitou-se a zona de proteção (3 km) e zona de vigilância (10km) a partir de uma propriedade *índex*, quantificando o número de UPs envolvidas em um possível surto na região delimitada, e a capacidade estática de alojamento de cada uma. Através da espacialização das UPs no mapa rodoviário, buscou-se localizar e quantificar as propriedades que se situam a menos de 100 metros das principais rodovias.

### 3.2.1 Seleção da granja *índex*

Considerando as UPs situadas no município de Nova Bréscia, uma destas foi escolhida de forma randômica para ser a granja *índex*. Conforme Fletcher (1996), a alocação aleatória ou randomização é preferível em um estudo epidemiológico, evitando a tendenciosidade. A randomização foi realizada por sorteio, mediante identificação e numeração de cada unidade de produção existente no município (229 produtores).

### **3.3 Análise do fluxo de trânsito de uma empresa integradora a uma unidade de produção**

Neste estudo, buscaram-se as informações de uma empresa integradora de frango de corte, sobre o número de visitas que uma empresa realiza em uma propriedade, durante o período de criação dos frangos (caminhão de alojamento, ração, carregamento e visita técnica). De forma criteriosa, avaliaram-se as visitas conforme a capacidade de alojamento das unidades, organizando-as nos seguintes extratos:

- 1- menos 10 mil aves alojadas
- 2- entre 10 - 20 mil aves alojadas
- 3- entre 20 - 30 mil aves alojadas
- 4- entre 30 - 40 mil aves alojadas
- 5- entre 40 - 50 mil, aves alojadas
- 6- mais que 50 mil aves alojadas

Em cada extrato foram amostrados 5 propriedades, totalizando, no conjunto, a avaliação de 30 UPs. Em relação à classificação dos coeficientes de variação, para Pimentel-Gomes (1987) *apud* Amaral *et al.* (1991), valores menores que 10% são considerados baixos, entre 10 e 20% são médias dispersões, entre 20 e 30% altos e acima de 30% muito altos, independente das populações e variáveis estudadas.

A análise do fluxo de trânsito foi realizada com objetivo de fazer um levantamento do número médio de contatos (visitas) que uma integradora faz em uma propriedade, em um determinado período. Este estudo gerou informações para a extração da Taxa Reprodutiva Básica.

### **3.4 Taxa Reprodutiva Básica**

Tendo em vista a elaboração da metodologia que pode subsidiar um dos objetivos da presente pesquisa, mediante informações obtidas pela literatura e por empresas integradoras de frango de corte, buscou-se extrair a taxa reprodutiva básica. Conforme Thrusfield (2004), a taxa reprodutiva básica, ou razão básica da reprodução é a média do número de casos secundários causados por um indivíduo com infecção típica durante todo o período infeccioso, onde,

$R_0 > 1$  – dissemina

$R_0 < 1$  – não dissemina

Para extração da componente  $R_0$ , utilizou-se a seguinte fórmula:

$$R_0 = \beta \times K \times D$$

Onde:

$\beta$  = taxa de ataque

$K$  = número médio de contatos de uma granja por unidade de tempo

$D$  = duração da infectividade

Ao extrair a componente  $R_0$ , formula-se a hipótese ( $H_0$  de aceitação):

- A movimentação diária de caminhões de alojamento, ração e abate nas propriedades avícolas, apresentam risco de disseminação da doença de Newcastle para as propriedades cuja localização faz parte da rota de trânsito destes veículos.

### 3.4.1 Taxa de Ataque

Para Thrusfield (2004),

Algumas vezes a população pode estar em risco por apenas um período limitado, seja porque a exposição do agente causal é breve, seja porque o risco de desenvolver a doença é limitado a uma estreita faixa de idade (...). Nessas circunstâncias, quando o período de risco é breve o termo taxa de ataque é usado para descrever a proporção de animais que desenvolvem a doença.

A taxa de ataque é calculada por:

$$\text{Taxa de ataque} = \frac{\text{número de granjas infectadas}}{\text{total de granjas ao risco}}$$

Desta forma, tomou-se como parâmetro a taxa de ataque de um surto da doença de Newcastle ocorrido no Paquistão, onde, a taxa de ataque em unidades de frangos de corte foi de 16%, sendo que, de um total de 131 rebanhos investigados, 21 foram infectadas no período de estudo de junho de 1989 (AKHTAR & ZAHID, 1995).

### 3.4.2 Número de contatos por unidade de tempo

Para avaliação do número médio de contatos de uma granja por unidade de tempo, considerou-se apenas o número de visitas que a empresa integradora faz em uma propriedade, durante todo o período de criação dos frangos (41 dias), sendo avaliado dessa forma:

- Caminhão de alojamento
- Caminhão de ração
- Caminhão de carregamento
- Visita do extensionista

### 3.4.3 Duração da infectividade

A duração da infectividade foi avaliada mediante as características do paramyxovirus aviário, sorotipo 1 (AMVP-1). Conforme Arns *et al.* (2008), os paramyxovirus são excretados durante a fase de incubação, na fase clínica e na convalescença da doença, estando também presente no ar expirado, nas secreções respiratórias, nas fezes, nos ovos e em vários tecidos de aves doentes. Desta forma, estimou-se um período de infectividade de 12 dias, entre o período de incubação, doença e morte das aves afetadas.

## **3.5 Contato efetivo**

Segundo Thrusfield (2004) o contato efetivo descreve as condições sobre as quais as infecções geralmente ocorrerão. A duração da infectividade determina o número de animais que podem ser infectados por um animal infectado.

A metodologia utilizada para estimar o contato efetivo neste trabalho é:

- Número médio de visitas que um caminhão de ração faz em uma rota dividido pelo total da população em risco;

- Número médio de visitas que um extensionista faz em um dia dividido pelo total da população em risco.

Estes parâmetros foram obtidos na análise de fluxo de trânsito.

### **3.6 Logística de alojamento de frangos de corte através de Guias de Trânsito Animal (GTAs)**

Na forma de dar subsídio a um dos objetivos da presente pesquisa, que foi realizar a logística de alojamento de frangos de corte na área de estudo em um instante “t”, buscou-se as GTAs referentes aos alojamentos de pintos de um dia e carregamentos de frangos para abate dos municípios localizados nesta área.

Tais informações serviriam de base para a formulação desta logística. Desta forma, as GTAs emitidas no período de um ano, provenientes dos municípios de nova Bréscia, Relvado, Capitão, Travesseiro, Encantado e Coqueiro Baixo, foram organizadas mensalmente, e neste momento, evidenciou-se a falta de algumas GTAs tanto de alojamento quanto de carregamento, sendo que o número de aves alojadas e o número de aves transportadas para o abate não condiziam com a produção de frangos da região, nem com as informações de capacidade estática de alojamento, cedidas pela ASGAV.

Conseqüentemente, não foi possível utilizar este artifício e desta forma, optou-se pela utilização da metodologia do estudo exploratório da proporção de alojamento de frangos de corte.

### 3.7 Estudo exploratório da proporção de alojamento de frangos de corte

No sentido de estimar a população de frangos de corte e sua distribuição em classes de idade nos raios de controle e vigilância estabelecidos, realizou-se um estudo exploratório com dados de logística de uma empresa integradora no período de um ano. Isto para definir, em um instante 't', a proporção de produtores com alojamento e número de frangos alojados.

Este procedimento é fundamentado em Costa Neto (2002), Spigel (1977) e Meyer (1983), que recomendam estudos prévios de variabilidade de populações. Spigel (1977) ao apresentar a teoria elementar da probabilidade em sua forma clássica diz:

“Suponha-se que um evento  $E$  possa acontecer de  $h$  maneiras diferentes em um total de  $n$  modos possíveis igualmente prováveis. Então a probabilidade de ocorrer um evento é definido por  $p = h / n$  e a probabilidade de não ocorrência do evento é  $q = 1 - p$ .”

Como se tem o mesmo tipo de população em estudo no caso simulado, pode-se adotar a probabilidade estimada a partir da proporção de alojamento real em um determinado instante 't' como válida para a presente pesquisa.

Assim, transferindo essa definição para o sistema de alojamento de frango de corte de uma empresa integradora, tem-se que:

- O alojamento pode ser considerado como um evento  $E$ ;
- O alojamento de acordo com o planejamento da empresa pode ocorrer de  $h$  maneiras distintas (quantidade variável de frangos conforme a capacidade estática dos aviários).

Os  $n$  modos possíveis igualmente prováveis vem a ser o universo de produtores integrados. Assim, para formular uma logística de número de aves alojadas em um instante 't', na área de 10 km, inicialmente foi pesquisado quantos aviários e aves alojadas uma empresa integradora possui em um dia. A integradora que cedeu as informações possui 348 integrados, com uma capacidade máxima de alojamento de 4.518.700 frangos.

Considerando o período de um ano (junho/2007 a maio/2008), foram obtidos os dados de alojamento (número de produtores e população avícola) em uma determinada data previamente selecionada. Assim, foi definida de forma aleatória, uma data como

representativa do evento alojamento em cada mês, totalizando 12 datas mensais como espaço amostral.

Dentre o número de alojamentos de uma destas datas representativas do espaço amostral, definiu-se a distribuição da população de frangos por classes de idade, bem como o peso médio dos frangos e aviários em vazio sanitário. A população de frangos foi estratificada em 10 classes com intervalos de 5 dias (1-50). Os estratos formados foram:

- 1- Frangos alojados entre 1-5 dias
- 2- Frangos alojados entre 5-10 dias
- 3- Frangos alojados entre 10-15 dias
- 4- Frangos alojados entre 15-20 dias
- 5- Frangos alojados entre 20-25 dias
- 6- Frangos alojados entre 25-30 dias
- 7- Frangos alojados entre 30-35 dias
- 8- Frangos alojados entre 35-40 dias
- 9- Frangos alojados entre 40-45 dias
- 10- Frangos alojados com mais de 50 dias

Posterior ao levantamento destas informações, dentre a população amostral ( $n=12$ ), uma foi escolhida de forma aleatória para representar o instante 't'. A situação real desta empresa foi convertida para a área selecionada na pesquisa de forma probabilística, com objetivo de avaliar a proporção da população exposta ao risco de contaminação, frente a um surto da DNC.

### 3.7.1 Estimativa de peso

Como forma de subsidiar os estudos de impacto econômico, junto a produtores integrados e empresas integradoras, estimou-se o peso médio dos frangos em diferentes idades através da avaliação do desempenho de duas linhagens híbridas de frango de corte (Ross e Cobb). Para tal, avaliou-se a média do peso dos frangos de lotes mistos em

intervalos de 5 dias, tendo como objetivo, estimar a quantidade de quilos de frango na área de estudo.

### 3.8 Curva Epidêmica

Para estimar a probabilidade de disseminação da DNC na área de estudo, a forma clássica do modelo Reed-Frost foi desenvolvida, utilizando a metodologia descrita por Thrusfield (2004). Diante de todos os resultados obtidos, aplicou-se a seguinte fórmula:

$$C_{t+1} = S_t (1 - q C_t)$$

Onde:

$t$  = período de tempo

$C_{t+1}$  = número de casos infecciosos no período  $t+1$

$S_t$  = número de animais susceptíveis no período  $t$

$q$  = a probabilidade de um indivíduo não fazer um contato efetivo

O valor de  $q$  é dado por  $1 - p$ , onde  $p$  = probabilidade de um indivíduo específico fazer contato efetivo com outro indivíduo resultando na infecção, se um for suscetível e outro infectante.

### 3.9 Análise preliminar de custos e perdas econômicas

A ocorrência de um surto de DNC se traduz em expressivas perdas econômicas, tanto por parte do produtor, quanto por parte das empresas integradoras, como se

verificou no foco da doença no município de Vale Real em 2006, com embargo das exportações pelo mercado externo e diminuição da produção no âmbito da zona afetada.

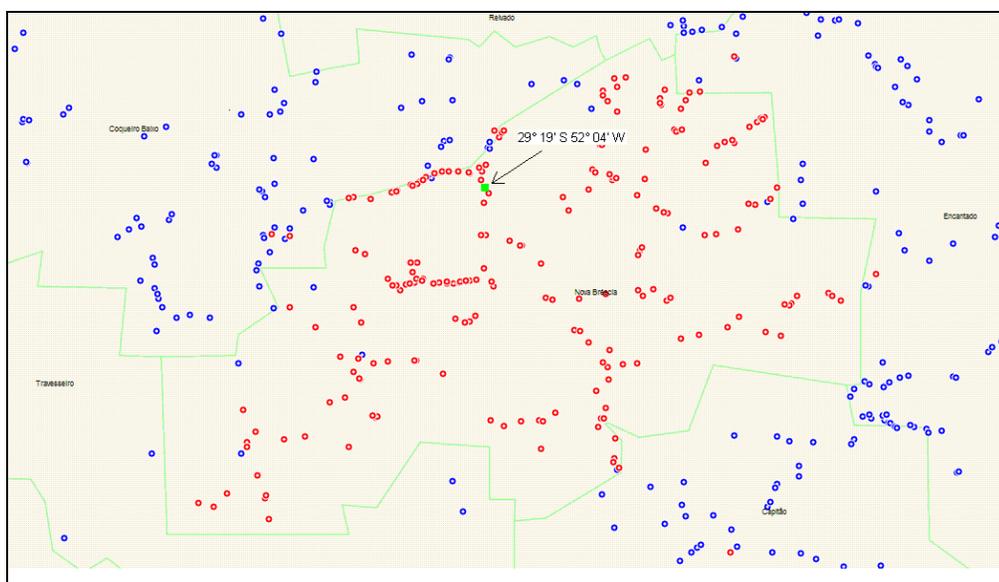
Estas perdas são caracterizadas como de custos diretos e que se refletem no fluxo de caixa destes produtores e empresas. Outras perdas que decorrem do impacto econômico da redução da produção, como por exemplo impostos, desemprego, afetando assim toda a cadeia produtiva e os elos econômicos a ela relacionados.

Com esta fundamentação, procurou-se de forma preliminar, avaliar alguns custos diretos que ocorreria no caso da presente simulação em desenvolvimento. Considerou-se apenas os custos para o avicultor e para as empresas integradoras em termos relativos à perda de produção, bem como os custos de aterros sanitários e vigilância sorológica. Custos relativos ao sacrifício dos frangos, inquérito epidemiológico, vacinação dos frangos, introdução de aves sentinelas SPF, entre outros, que são desembolsados por parte do estado não foram objeto deste estudo, da mesma forma, perdas de receita por parte das empresas integradoras e outros custos indiretos provenientes da paralisação da produção.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Caracterização espacial das unidades de produção

A propriedade sorteada para ser o caso *índex* é uma UP localizada próxima a divisa entre os municípios de Nova Bréscia e Coqueiro Baixo (em destaque na figura 8), com uma capacidade de alojamento de 16.000 frangos de corte. Em um raio de 500 metros à esta propriedade, estão localizadas mais sete unidades de produção, com 13 aviários, tendo uma capacidade total de alojamento de 219.215 frangos.



**Figura 8:** Mapa de superfície com a localização espacial das unidades de produção do município de Nova Bréscia e municípios vizinhos (Fonte: Sistema GeoAves-RS)

Conforme determina o Plano de Contingência para Doença de Newcastle e Influenza Aviária e tomando como exemplo o surto da Doença de Newcastle no município de Vale Real, a partir da propriedade *índex*, um raio de três quilômetros foi

traçado delimitando a zona de proteção, e um raio de dez quilômetros foi traçado delimitando a zona de vigilância.

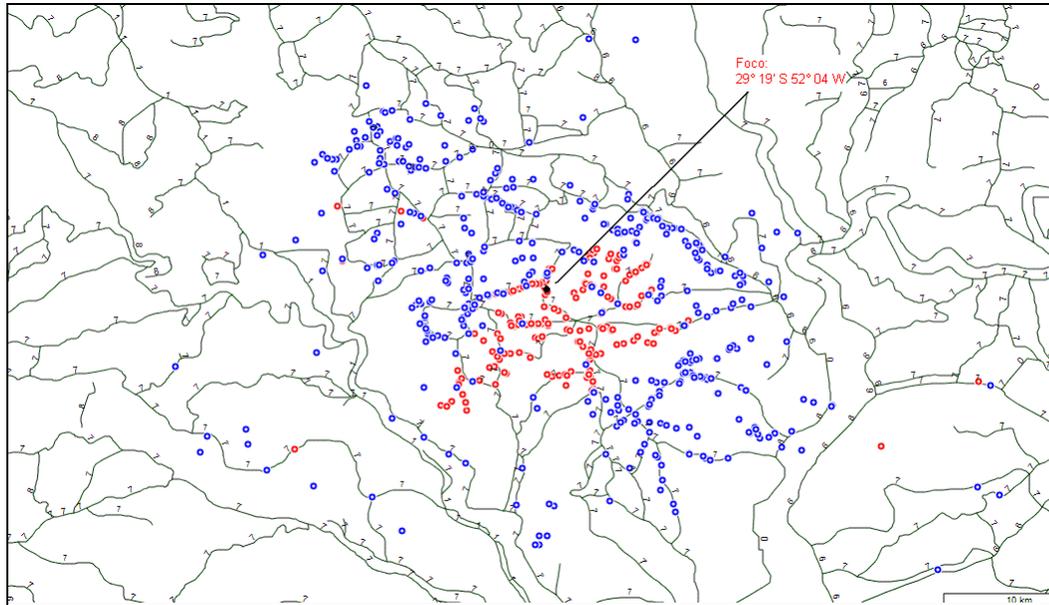
As zonas de proteção e vigilância incluíram no estudo, unidades de produção dos municípios de Relvado, Capitão, Travesseiro, Encantado e Coqueiro Baixo. Bem como Nova Brescia, estes municípios possuem grande produção avícola, com uma capacidade máxima de alojamento de aproximadamente 10.020.000 frangos, como demonstra a tabela 1.

**Tabela 1:** Densidade avícola dos municípios no do raio de 10 km

<i>Município</i>	<i>Número de Produtores</i>	<i>Número de Aviários</i>	<i>Capacidade de Alojamento</i>
Relvado	106	109	1.783.860
Capitão	60	70	736.210
Travesseiro	17	36	553.410
Coqueiro Baixo	113	122	1.596.189
Nova Brescia	229	337	5.349.945
<b>Total</b>	525	674	10. 019.614

Fonte: ASGAV, 2008

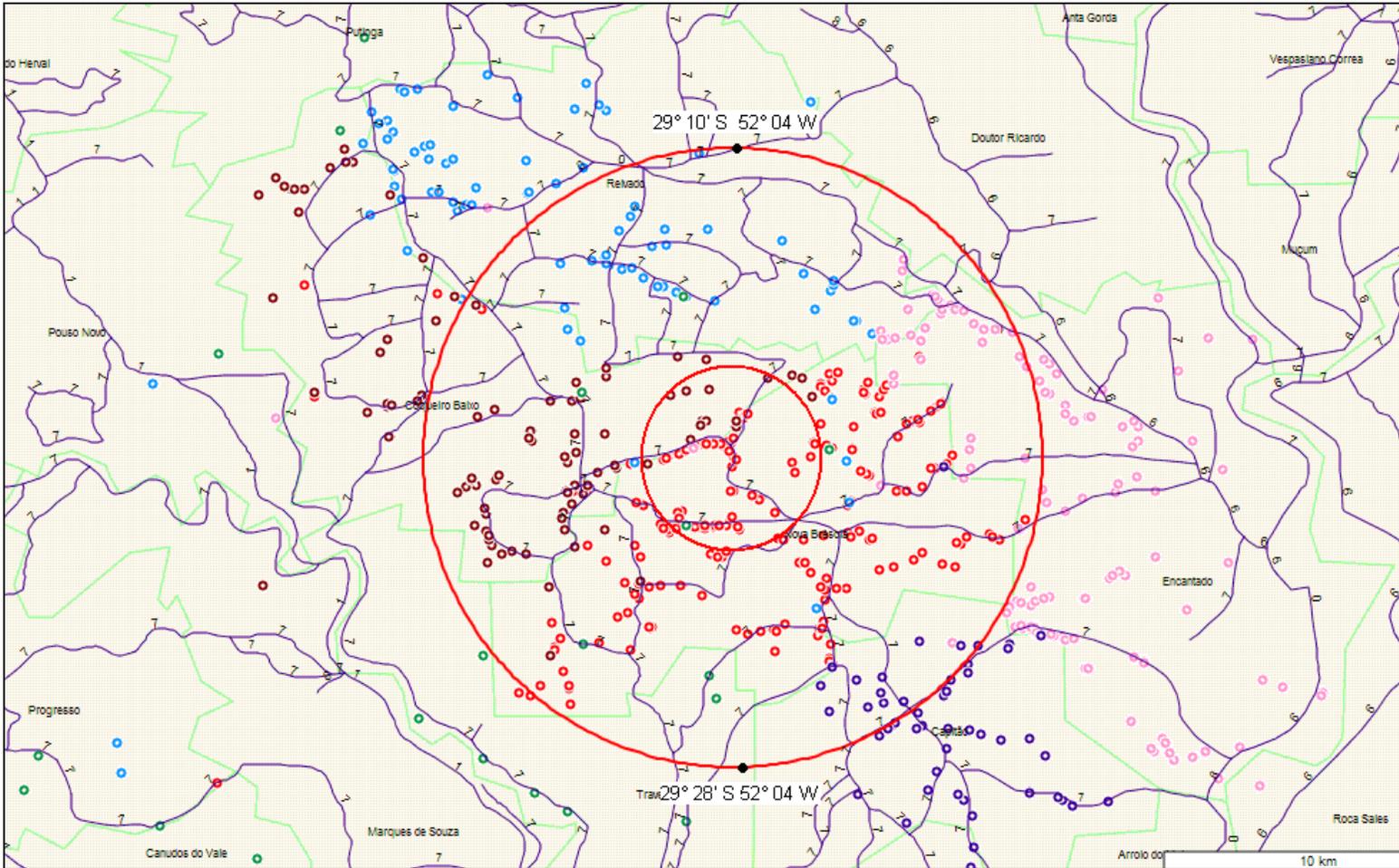
Em relação à localização espacial, conforme verifica-se na figura 09, grande parte destes aviários situa-se próximo a rotas de trânsito expressivas (rodovias municipais, estaduais e federais), o que facilita a disseminação de doenças infectocontagiosas, dificultando a contenção em função do trânsito de veículos e pessoas. A figura 9 apresenta as unidades de produção integradas sobre o mapa rodoviário da região.



**Figura 9:** Mapa rodoviário de Nova Bréscia e municípios vizinhos: Relvado, Coqueiro Baixo, Travesseiro, Capitão e Encantado (Fonte: Sistema GeoAves-RS)

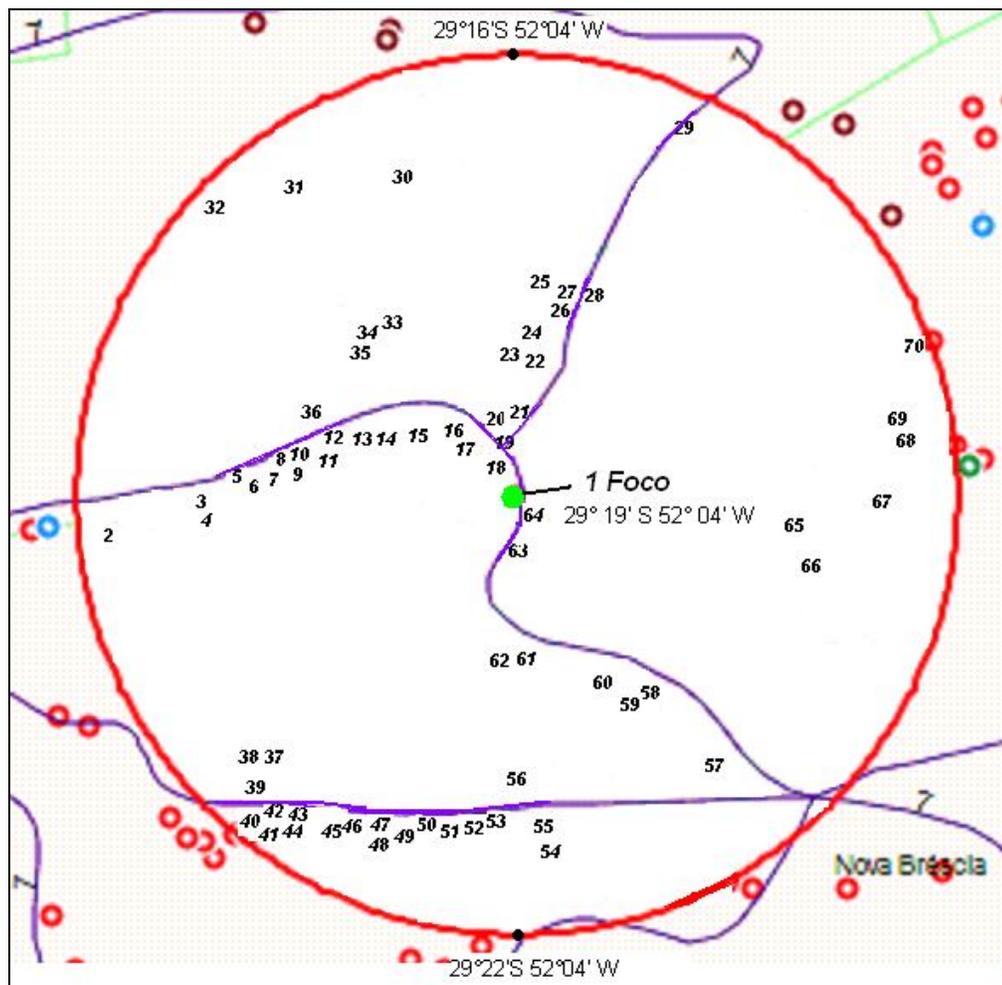
Mediante a delimitação das zonas de controle e vigilância (figura 10), constatou-se a existência de 321 UPs (unidades de produção) na área, totalizando nestas, uma capacidade máxima de alojamento de 7.173.000 frangos.

Esta região é caracterizada como região de floresta ombrófila mista (floresta de araucárias), possuindo um relevo de morros, com pouca planície, o que de certa forma, atua como barreira natural na disseminação de doenças por aerossóis, avaliando desta forma, que o maior risco de disseminação de doenças, encontra-se no transito de veículos e pessoas entre as propriedades avícolas inclusas.



**Figura 10:** Unidades de produção estudadas

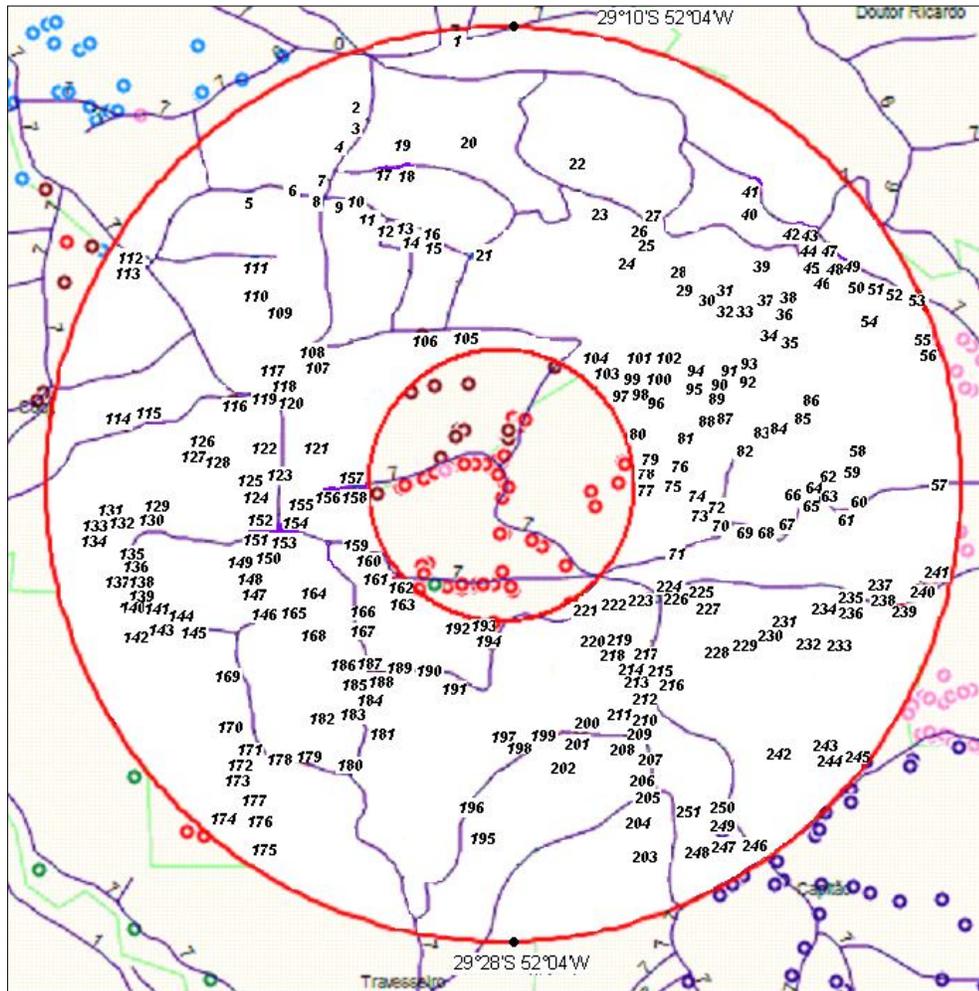
Em uma análise mais detalhada, na zona de proteção simulada, estão localizadas 70 UPs, com 129 aviários e uma capacidade máxima de alojamento de aproximadamente 2.062.600 (figura 11). Dentre estas propriedades, 21,42% encontram-se a uma distância inferior a 100 metros das principais rodovias desta área, podendo estas ser as mais susceptíveis em função do tráfego.



**Figura 11:** Zona de proteção simulada e propriedade *index*

\* Capacidade estática de alojamento de cada UP em anexo 1.

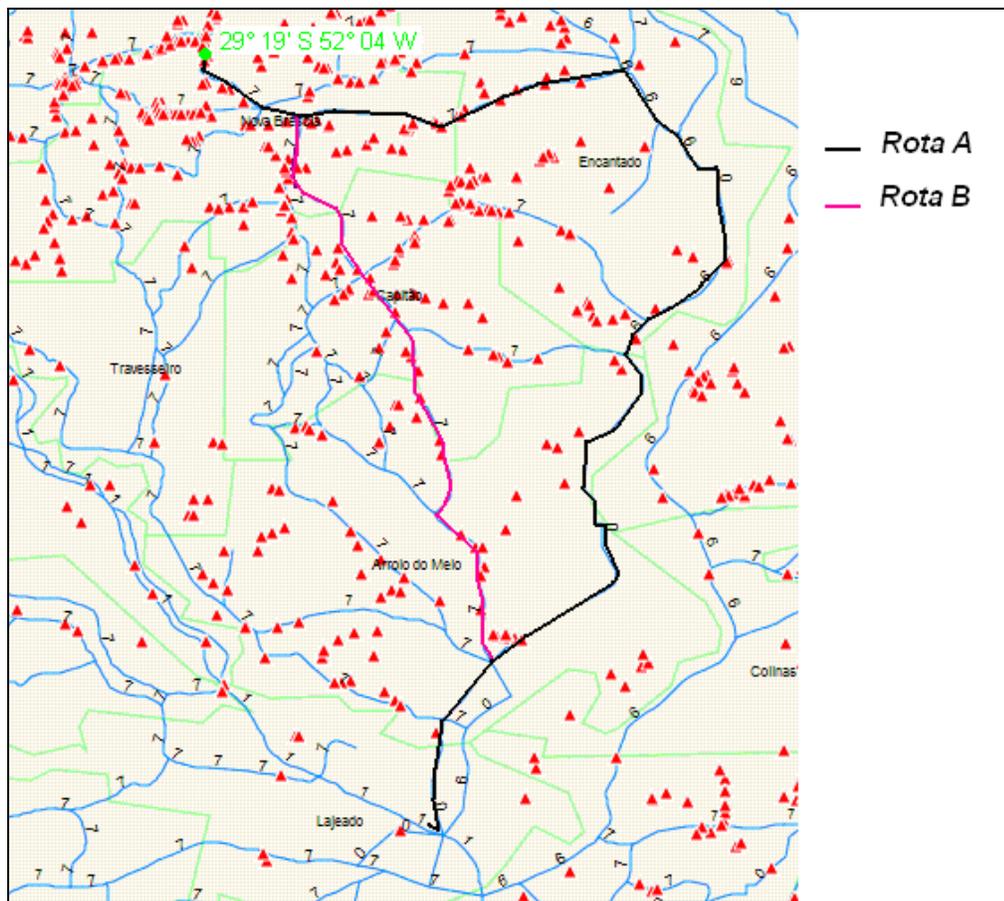
Na zona de vigilância situam-se 251 UPs com 386 aviários e capacidade máxima de alojamento de aproximadamente 5.110.370 frangos, sendo que 28,8% das propriedades estão localizadas a menos de 100 metros das principais rodovias, como mostra a figura 12.



**Figura 12:** Zona de vigilância simulada

\* Capacidade estática de alojamento de cada UP é apresentada anexo 2

Com base no banco de dados do SIG GeoAves, neste raio de dez quilômetros, as propriedades fazem parte de três empresas integradoras e o destino dos frangos são para abatedouros localizados nos municípios de Lajeado, Montenegro, Porto Alegre e Passo Fundo, sendo que os abatedouros mais próximos à região de estudo, localizam-se no município de Lajeado, a uma distância aproximada de 60 km em rodovia asfaltada (rota A) e 40 km em estrada de chão e asfalto (rota B) (figura 13).



**Figura 13:** Possíveis rotas para um corredor sanitário

Na rota A encontram-se georreferenciados 19 aviários a menos de 100 metros da estrada principal, a qual tem uma distância aproximada de 60 km entre a área do foco e os abatedouros. Na rota B, há 20 propriedades avícolas que ficam expostas a menos de

100 metros de distância da estrada principal, sendo que este trajeto é de 35 km, mas com a desvantagem de não ser todo caminho asfaltado.

A distância da região isolada aos abatedouros mais próximos, na necessidade de um abate de emergência, inviabilizam, no caso de surto da DNC, a tomada de medidas como o transporte das aves com idade de abate para estes abatedouros em função desta distância e o risco de disseminação presente.

#### 4.2 Fluxo de trânsito de uma empresa integradora à uma unidade de produção

Os aviários com menos de 10 mil frangos alojados, recebem em média, 15 visitas durante o período de criação, sendo que esta população amostral apresentou um coeficiente de variação de 9,42% (baixa dispersão), perfazendo uma média diária de 0,37 visitas, como apresenta a tabela 2.

**Tabela 2:** Média de visitas diárias por uma empresa em propriedades com menos de 10 mil frangos alojados

<i>UP</i>	<i>Dias</i>	<i>Cam. Pinto</i>	<i>Cam. Ração</i>	<i>Cam. Abate</i>	<i>Visita Técnica</i>	<i>Total</i>	<b>Média Diária</b>
1	41	1	8	2	3	14	0.341
2	41	1	9	3	3	16	0.390
3	41	1	7	3	3	14	0.341
4	41	1	10	3	3	17	0.414
5	41	1	8	3	3	14	0.365
<b>Média</b>	41	1	8.4	2.8	3	15	0.370

As propriedades que alojam entre 10-20 mil frangos, apresentaram uma média de 19,6 visitas em um período de 41 dias, com um coeficiente de variação de 14,69%, caracterizando uma média dispersão, como expresso na tabela 3.

**Tabela 3:** Média de visitas diárias por uma empresa em propriedades com alojamento entre 10 e 20 mil frangos

<i>UP</i>	<i>Dias</i>	<i>Cam. Pinto</i>	<i>Cam. Ração</i>	<i>Cam. Abate</i>	<i>Visita Técnica</i>	<i>Total</i>	<b>Média Diária</b>
1	41	1	8	4	3	16	0.390
2	41	1	10	4	3	18	0.493
3	41	1	10	5	3	19	0.463
4	41	1	13	5	3	22	0.536
5	41	1	13	6	3	23	0.560
<b>Média</b>	41	1	10.8	4.8	3	19.6	0.488

Os aviários que alojam entre 20-30 mil frangos, conforme o levantamento dos dados, recebem em média 27 visitas no período de criação, com um coeficiente de variação de 14,18%, caracterizando também média dispersão, e os dados estão representados na tabela 4.

**Tabela 4:** Média de visitas diárias por uma empresa em propriedades com alojamento entre 20 e 30 mil frangos

<i>UP</i>	<i>Dias</i>	<i>Cam. Pinto</i>	<i>Cam. Ração</i>	<i>Cam. Abate</i>	<i>Visita Técnica</i>	<i>Total</i>	<b>Média Diária</b>
1	41	2	15	6	3	26	0.634
2	41	1	12	6	3	22	0.536
3	41	1	14	7	3	25	0.609
4	41	1	18	9	3	31	0.765
5	41	1	18	9	9	31	0.756
<b>Média</b>	41	1.2	15.4	7.4	3	27	0.660

A média de visitas em propriedades com alojamentos entre 30-40 mil frangos obtiveram uma média de 27 visitas durante 41 dias, perfazendo uma média diária de 0,66 visitas, com um coeficiente de variação de baixa dispersão, 7,62% (tabela 5).

**Tabela 5:** Média de visitas diárias por uma empresa em propriedades com alojamento entre 30 e 40 mil frangos

<i>UP</i>	<i>Dias</i>	<i>Cam. Pinto</i>	<i>Cam. Ração</i>	<i>Cam. Abate</i>	<i>Visita Técnica</i>	<i>Total</i>	<b>Média Diária</b>
1	41	1	19	9	3	32	0.780
2	41	1	21	10	3	35	0.853
3	41	1	20	10	3	34	0.829
4	41	1	23	10	3	37	0.902
5	41	2	22	12	3	39	0.951
<b>Média</b>	41	1.2	21	10.2	3	35.4	0.863

As propriedades entre 40-50 mil frangos alojados apresentaram um índice mais elevado de visitas, em comparação com as demais categorias, recebendo uma média de 43,8 visitas no período de criação, com uma média de mais de uma visita por dia, como demonstra a tabela 6, com um coeficiente de variação de baixa dispersão (5,20%).

**Tabela 6:** Média de visitas diárias por uma empresa em propriedades com alojamento entre 40 e 50 mil frangos

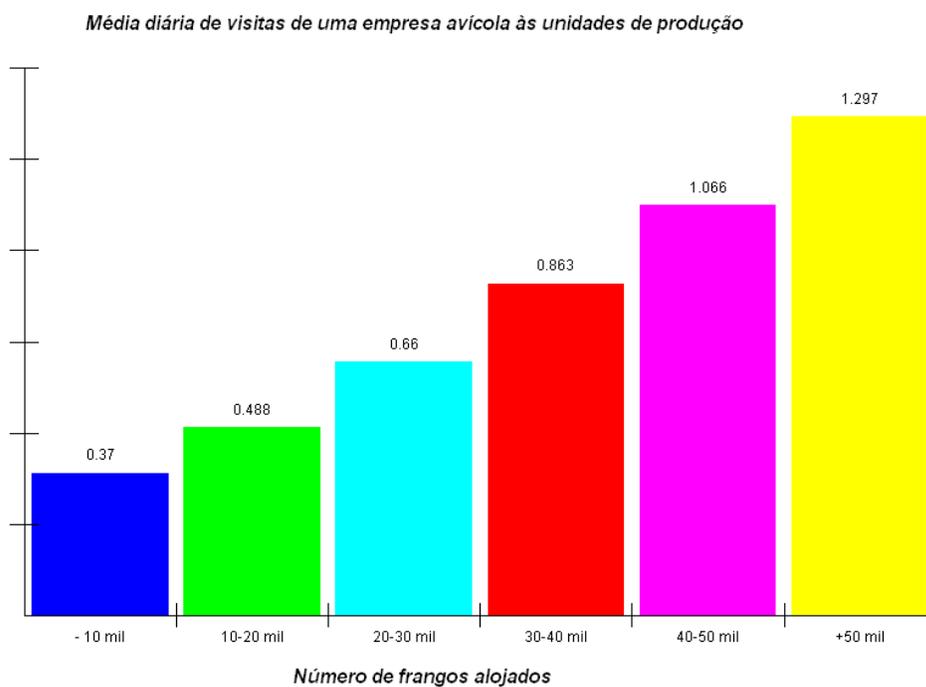
<i>UP</i>	<i>Dias</i>	<i>Cam. Pinto</i>	<i>Cam. Ração</i>	<i>Cam. Abate</i>	<i>Visita Técnica</i>	<i>Total</i>	<b>Média Diária</b>
1	41	2	25	12	3	42	1.024
2	41	1	28	12	3	44	1.073
3	41	1	24	13	3	41	1.000
4	41	1	28	14	3	46	1.121
5	41	2	27	14	3	46	1.121
<b>Média</b>	41	1.4	26.4	13	3	43.8	1.068

Bem como o estrato anterior, as unidades de produção com mais de 50 mil, frangos alojados, receberam uma média diária de visitas pela empresa de 1,39, caracterizando que em um período de 41 dias, estas propriedades receberam uma média de 53 visitas (tabela 7), apresentando um coeficiente de variação de 4,28% (baixa dispersão).

**Tabela 7:** Média de visitas diárias por uma empresa em propriedades com mais de 50 mil frangos alojados

<i>UP</i>	<i>Dias</i>	<i>Cam. Pinto</i>	<i>Cam. Ração</i>	<i>Cam. Abate</i>	<i>Visita Técnica</i>	<i>Total</i>	<b>Média Diária</b>
1	41	2	30	16	3	51	1.243
2	41	2	33	17	3	55	1.341
3	41	1	30	16	3	50	1.219
4	41	1	32	17	3	53	1.292
5	41	1	34	19	3	57	1.390
<b>Média</b>	41	1.4	31.8	17	3	53.2	1.297

Como demonstrado nas discussões anteriores, à medida que aumenta o número de frangos alojados, aumenta significativamente o número de visitas que a propriedade recebe e este crescimento contínuo é apresentado na figura 14.

**Figura 14:** Média diária de visitas de uma empresa avícola às unidades de produção

A média de visitas diárias obtida entre os diferentes estratos foi de 0,79 e a alta dispersão destes diferentes estratos, caracterizados por um coeficiente de variação de 45,19%, demonstra que quanto maior o número de frangos alojados, maior é o risco que uma granja está exposta a introdução de um agente infeccioso.

#### 4.3 Extração da componente $R_0$

Como descrito no capítulo anterior (3.4), através da taxa de ataque (16%), número médio de contatos por unidade de tempo<sup>1</sup> (0,79), e período de infectividade (12 dias), chegou-se ao seguinte resultado:

$$R_0 = \beta \times K \times D$$

$$R_0 = 0,16 \times 0,79 \times 12$$

$$R_0 = 1,51$$

Mediante a extração da componente  $R_0$ , confirmou-se a hipótese de aceitação, na qual, somente o trânsito normal de uma empresa às unidades de produção apresentaria riscos de disseminação da doença. Este resultado apresenta a possibilidade que, com uma taxa de ataque da DNC entre granjas semelhante ao surto ocorrido no Paquistão (AKHTAR & ZAHID, 1995), a média de visitas que as empresas integradoras fazem às unidades de produção e o período de infectividade do *paramyxovirus* extraído da literatura, duas granjas infectariam 3 e assim sucessivamente. Para Fletcher (1996), mesmo que um fator de risco não cause a doença, a sua presença permite predizer a probabilidade que a doença venha a ocorrer.

Em discussão a este resultado, é importante esclarecer que a Taxa Reprodutiva Básica apresenta a média de número de casos secundários através de uma granja infectada, mas, conforme Thrusfield (2004), uma densidade mínima de animais susceptíveis é necessária para que uma epidemia transmitida por contato tenha início. O

---

<sup>1</sup> O número médio de contatos por unidade de tempo foi extraído através da média de visitas que uma empresa integradora faz a uma unidade de produção integrada durante o período de criação (41 dias), descrito na seção 4.2

mesmo autor ainda descreve que, à medida que uma epidemia prossegue, o número de animais susceptíveis diminui, tanto por causa da morte dos animais infectados, tanto pelo aumento da imunidade natural após infecção, de forma que eventualmente a epidemia pode não continuar por que não há número de animais susceptíveis disponíveis para a infecção.

De certa forma, a citação anterior justifica a não disseminação do foco da DNC no município de Vale Real, uma vez que não havia população susceptível na área de risco (apenas 1 aviário na zona de proteção), o que difere completamente da área estudada nesse trabalho.

#### **4.4 Probabilidade da unidade de produção infectada fazer contato efetivo com outras unidades na área de risco (3km)**

Avaliando o período de infectividade do *paramyxovirus*, a partir do momento da notificação da suspeita da doença da DNC em uma propriedade, visita dos fiscais do MAPA e isolamento da propriedade foco, a movimentação de trânsito referente aos 12 dias anteriores a notificação apresentam um risco potencial de disseminação e surgimento de novos focos na área de risco.

Para o surgimento de novos focos, é necessário que haja um contato efetivo entre as granjas, e neste contexto, os caminhões de ração e visita dos extensionistas se tornam um elo para este contato, porque um caminhão de ração abastece em média três propriedades em uma rota, bem como o extensionista, que em um dia visita em média seis propriedades (informações obtidas de uma empresa integradora de frango de corte).

Conforme apresentado nas tabelas 2 a 7 (médias de visitas diárias em unidades de produção), durante o período de 12 dias que antecede a notificação do foco, existe a possibilidade de uma granja receber entre três a dez visitas de caminhões de ração e extensionistas, como apresenta a tabela 8.

**Tabela 8:** Média de visitas de caminhões de ração e extensionistas em um período de 41 dias

<i>Numero de aves alojadas</i>	<i>Período de infectividade</i>	<i>**Visitas em 41 dias de criação</i>	<i>Estimativa de visitas em 12 dias</i>
< 10 mil frangos	12	11.4	3.33
10-20mil frangos	12	13.8	4.03
20-30mil frangos	12	18.4	5.38
30-40mil frangos	12	24.0	7.02
40-50mil frangos	12	29.4	8.60
> 50 mil frangos	12	34.8	10.01
Média	12		6.4

\*\* As visitas são referentes somente aos extensionistas e caminhões de ração .

Como a propriedade *índex* possui uma capacidade máxima de alojamento de 16 mil frangos, estima-se desta forma, que durante o período de infectividade ela tenha recebido em torno de 4 visitas correspondente à caminhões de ração e técnicos da empresa.

Avaliando os riscos mínimos e máximos em relação a visitas, estudou-se a probabilidade de que uma propriedade realize um contato efetivo com outras propriedades através de caminhões de ração e extensionistas.

Desta forma, estima-se que os riscos máximos e mínimos de contato efetivo entre granjas em um dia, a partir da granja *índex* seja:

**Tabela 9:** Riscos da propriedade *índex* fazer contato efetivo com outras propriedades na zona de proteção simulada

<i>Agente de visita</i>	<i>Risco mínimo</i>	<i>Risco Máximo</i>	<i>Probabilidade de Contato em Outras granjas</i>
Caminhão de Ração	$0^*/69^{***} = 0$	$2^{**}/69^{***} = 0,028$	0 à 2,9%
Visita Técnica	$0^*/69^{***} = 0$	$5^{**}/69^{***} = 0,072$	0 à 7,2%

Onde:

\* Última visita seria na propriedade infectada

\*\* A primeira visita da rota seria na propriedade infectada

\*\*\* População em risco no raio de 3 Km

Partindo de uma análise de extremos, supondo que estas quatro visitas que a propriedade recebe em 12 dias sejam uma do extensionista e 3 de caminhões de ração, e que esta propriedade seja a primeira a ser visitada, e supondo também que não haja repetição de propriedades visitadas, chega-se a um resultado máximo de que 44 propriedades poderiam ser visitadas no período de 12 dias, a partir da propriedade infectada. Outro extremo seria que a última visita da rota dos caminhões e extensionistas fosse à propriedade infectada, havendo neste caso, chance “zero” de contato efetivo entre a granja infectada e outra sadia diante deste fator estudado.

Neste contexto, mediante a simulação de um foco da DNC, conseguiu-se estimar os limites mínimos e máximos de visitas na região de estudo, no período de infectividade do *paramyxovirus*, partindo da propriedade *índex*. Torna-se importante salientar que tal análise não se refere à disseminação da doença, mas sim à possibilidade de contato efetivo entre as granjas.

#### **4.5 Estudo exploratório da proporção de alojamento de frangos de corte**

Para estimar a população avícola existente na zona de proteção, foi realizado um estudo exploratório da proporção de alojamento de frangos de corte, em uma região similar, com base nos dados de logística de uma empresa integradora.

Um espaço amostral representando os 12 meses de junho de 2007 a maio de 2008 foi selecionado, o qual apresentou uma média de 269 aviários alojados em um instante “t”, caracterizando que dentre as 348 unidades de produção, em média, 77,3% se encontravam povoadas, e a diferença (22,7%), corresponde a unidades de produção em vazio sanitário.

**Tabela 10:** Número de unidades de produção e frangos de corte alojados em um dia

<i>Dias</i>	<i>UPs com Alojamento</i>	<i>% alojamento</i>	<i>Frangos Alojados</i>	<i>% de frangos Alojados</i>
05/06/2007	242	69	2.932.562	64
05/07/2007	225	65	2.733.243	60
05/08/2007	225	65	2.747.039	60
05/09/2007	246	70	3.073.383	68
05/10/2007	269	77	3.376.955	74
05/11/2007	293	84	3.783.323	83
05/12/2007	302	86	3.784.420	83
05/01/2008	283	81	3.521.174	78
05/02/2008	281	80	3.536.473	78
05/03/2008	287	82	3.705.490	82
05/04/2008	286	82	3.661.115	81
05/05/2008	290	83	3.673.037	81
<b>Média</b>	269	77	3.377.351	8,95
<b>D. P.</b>	27,28	7,6	399380,5	8,95
<b>C.V</b>	10,1%	9,9%	11.8%	12,04%

Em análise à tabela 10, constata-se que a variabilidade em termos de proporção em termos de propriedade e de alojamentos de frangos é baixa, conforme atesta os coeficientes de variação obtidos. Observa-se também que a diferença do percentual de aviários alojados (77,3%) para o percentual de número de frangos alojados (74,3%) é de apenas 3%, o que demonstra que a capacidade estática de alojamento dos aviários é praticamente toda explorada, sendo que esta informação torna-se relevante na transferência dessas informações para criar a logística da área de estudo.

Conforme foi referido, seria deste conjunto de 12 dias, selecionado um com suas informações de UPs alojadas como referencial para estudos de simulação na zona de proteção. Aleatoriamente, o dia 05/04/08 foi escolhido para ser o instante “t”, ou seja, dia da notificação da suspeita da DNC na propriedade *índex*. O número de frangos alojados neste dia, representados em diferentes idades está discriminado na tabela 11.

**Tabela 11:** Número de frangos alojados no instante ‘t’ com as respectivas idades

Idade (dias)	<i>UPs com alojamento</i>	<i>Número de frangos alojados</i>
1-5	41	541.800
5-10	29	360.242
10-15	19	240.666
15-20	26	303.968
20-25	19	231.764
25-30	26	341.876
30-35	33	411.059
35-40	43	536.650
40-45	20	286.773
>45	30	406.317
<b>Total</b>	286	3.661.115

Caracterizando todas estas informações, as mesmas foram convertidas para a área de estudo. Como a área de estudo contém 321 unidades de produção com capacidade estática de alojamento de aproximadamente 7.173.000 frangos, trabalhando com a média da capacidade de alojamento entre essas 321 granjas, essas unidades possuem em média uma capacidade estática de 22.345 frangos. Desta forma, a zona de proteção e vigilância delimitada, apresenta uma probabilidade de, em um instante “t”, apresentar a seguinte logística de frangos alojados:

**Tabela 12:** Probabilidade de alojamento de frangos nas zonas de proteção e vigilância

Idade (dias)	<i>UPs com alojamento</i>	<i>Número de frangos alojados</i>	<i>%</i>
1-5	38	839.241	11,7
5-10	27	602.532	8,4
10-15	18	394.515	5,5
15-20	24	537.975	7,5
20-25	18	394.515	5,5
25-30	24	537.975	7,5
30-35	30	681.435	9,5
35-40	39	882.279	12,3
40-45	18	408.681	5,7
>45	28	616.848	8,6
Vazio sanitário	57	1.227.004	17,8
<b>Total</b>	321	7.173.000	100

No estado do Rio Grande do Sul, apenas as matrizes são vacinadas para a DNC, e conforme Alexander (1997) e Paullilo e Doretto Junior (2000), a imunidade materna se mantém cerca de quatro a cinco dias, sendo que posteriormente os títulos maternos decaem, deixando a progênie susceptível à infecção. Tomando como referência estas citações para o presente estudo, diante dos resultados, nas zonas de proteção e vigilância, haveria aproximadamente 839.240 frangos imunes, o que caracteriza 16,6% da população alojada, e 5.056.755 frangos susceptíveis à infecção, caracterizando os demais 83,4% de frangos em alojamento.

Refinando a mesma logística para a zona de proteção, as unidades de produção representam 21,8% do total dos 321 aviários. Desta forma, a probabilidade de frangos alojados nestas 70 unidades de produção é de 1.285.327 frangos, sendo que destes, 182.954 ainda apresentariam títulos maternos para DNC, e os demais 1.102.327 estariam susceptíveis.

## 4.5.1 Estimativa de peso de frangos na zona de proteção

Segundo Figueiredo *et al.* (2003), o desempenho esperado dos híbridos de frango de corte é estarem com peso médio de 2.400g ao 42 dias de idade, conversão alimentar 1,7, rendimento de carcaça de 73%, rendimento de carne de peito de 22% com pequenas variações entre linhagens e sistemas de produção. O desempenho das linhagens Cobb e Ross foi comparado, extraindo a média de peso em gramas, nas diferentes idades de desenvolvimento, apresentados na tabela 13.

**Tabela 13:** Média de peso de frangos de corte das linhagens Ross e Cobb em diferentes fases de desenvolvimento

<i>Idade (dias)</i>	<i>Linhagem Cobb (gramas)</i>	<i>Linhagem Ross (gramas)</i>	<i>Média (gramas)</i>
1-5	89	75	82
5-10	224	187	205
10-15	406	361	383
15-20	639	583	611
20-25	920	855	887
25-30	1.235	1.224	1.230
30-35	1.566	1.596	1.581
35-40	1.903	2.038	1.970
40-45	2.248	2.391	2.320
>45	2.668	2.872	2.770

Seguindo a mesma logística e utilizando a média obtida entre as duas linhagens de frango de corte, nas zonas de proteção e vigilância, de forma probabilística, têm-se em um instante “t” aproximadamente 7.156 toneladas de frangos. Nas 70 unidades de produção que estão localizadas somente na zona de proteção haveria aproximadamente 1.560 toneladas, discriminadas na tabela 14.

**Tabela 14:** Número de unidades de produção e frangos na zona de proteção com a conversão em peso nas diferentes idades de desenvolvimento

<i>Idade (dias)</i>	<i>UPs com alojamento</i>	<i>Frangos alojados</i>	<i>Peso (quilos)</i>
1-5	8	182.954	15.002
5-10	6	131.351	26.926
10-15	4	86.004	32.940
15-20	5	117.278	71.656
20-25	4	86.004	76.285
25-30	5	117.278	144.251
30-35	7	148.553	234.862
35-40	9	192.336	378.901
40-45	4	89.092	206.694
>45	6	134.432	372.376
<b>Total</b>	58*	1.285.282	1.599.890

\* 12 unidades de produção em vazio sanitário (17,8%)

#### 4.6 Modelo Reed- Frost

Como já exposto, na zona de proteção (3 km), dentre as 70 propriedades, 1 granja que representaria o foco, 49 granjas estariam susceptíveis a infecção, 8 estariam com frangos imunes e 12 em vazio sanitário. Também, como apresentado na tabela 8, média de visitas que uma granja recebe de extensionistas e caminhões de ração durante o período de criação de 41 dias é de 22 visitas. Desta forma, em um dia esta propriedade recebe em média 0,53 visitas e a probabilidade de que esta visita seja feita entre as demais propriedades existentes na zona de proteção que se encontram em alojamento (57 UPs) é de 0,009 ou 0,9%.

Assim, em um período de 5 dias, a probabilidade de que cada uma destas UPs receba a visita de caminhões ou extensionistas oriundos da propriedade infectada é de 0,045, ou, 4,5%. Então, para o desenvolvimento do modelo Reed-Frost (quadro 1), o valor de  $p$  estabelecido foi de 0,045, e o  $t$  de 5 dias.

Se  $p = 0,045$ , então  $q = (1 - 0,045) = 0,955$ , desta forma, tem-se:

**Quadro 1:** Desenvolvimento do modelo epidêmico Reed-Frost

<p><b>Tempo <math>t+1</math>:</b></p> <p><math>C_{t+1} =</math>  <math>49 (1-0,955^1) = 2</math></p> <p><math>S_{t+1} =</math>  <math>49-2 = 47</math></p>	<p><b>Tempo <math>t+2</math>:</b></p> <p><math>C_{t+2} =</math>  <math>47 (1-0,955^2) = 4</math></p> <p><math>S_{t+2} =</math>  <math>47-4 = 43</math></p>	<p><b>Tempo <math>t+3</math>:</b></p> <p><math>C_{t+3} =</math>  <math>43 (1-0,955^4) = 7</math></p> <p><math>S_{t+3} =</math>  <math>43-7 = 36</math></p>	<p><b>Tempo <math>t+4</math>:</b></p> <p><math>C_{t+4} =</math>  <math>36 (1-0,955^7) = 10</math></p> <p><math>S_{t+4} =</math>  <math>36-10 = 26</math></p>
<p><b>Tempo <math>t+5</math>:</b></p> <p><math>C_{t+5} =</math>  <math>26 (1-0,955^{10}) = 9</math></p> <p><math>S_{t+5} =</math>  <math>26-9 = 17</math></p>	<p><b>Tempo <math>t+6</math>:</b></p> <p><math>C_{t+6} =</math>  <math>17 (1-0,955^9) = 6</math></p> <p><math>S_{t+6} =</math>  <math>17-6 = 11</math></p>	<p><b>Tempo <math>t+7</math>:</b></p> <p><math>C_{t+7} =</math>  <math>11 (1-0,955^6) = 3</math></p> <p><math>S_{t+7} =</math>  <math>11-3 = 8</math></p>	<p><b>Tempo <math>t+8</math>:</b></p> <p><math>C_{t+8} =</math>  <math>8 (1-0,955^3) = 1</math></p> <p><math>S_{t+8} =</math>  <math>8-1 = 7</math></p>

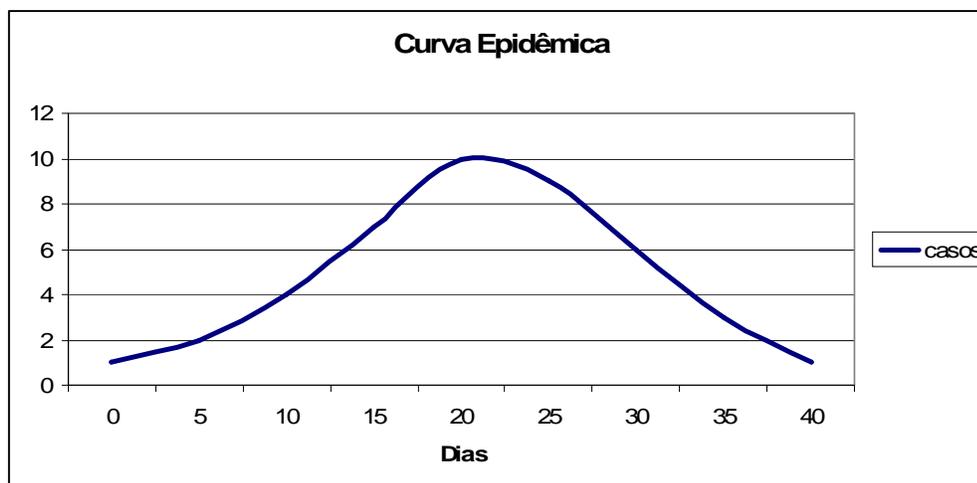
Assim, foram obtidos os seguintes resultados (tabela 15):

**Tabela 15:** Probabilidade de disseminação da Doença de Newcastle na zona de proteção simulada

<i>Tempo (t)</i>	<i>Número de casos</i>	<i>Número de Granjas Suscetíveis</i>	<i>Numero de Granjas imunes</i>	<i>Totais</i>	<i>Probab. Contato Efetivo</i>
0	1	49	8	58	0,045
1 (5 dias)	2	47	9	58	0,045
2 (10 dias)	4	43	11	58	0,045
3 (15 dias)	7	36	15	58	0,045
4 (20 dias)	10	26	22	58	0,045
5 (25 dias)	9	17	32	58	0,045
6 (30 dias)	6	11	41	58	0,045
7 (35 dias)	3	08	47	58	0,045
8 (40 dias)	1	07	50	58	0,045
<b>Total</b>	43	-	-	-	-

Conforme apresentado na tabela 15, a partir da notificação de suspeita de um caso em um instante ' $t$ ', existe a possibilidade de que em um período de 40 dias, 43 novos casos podem ser diagnosticados, levando em consideração que a população susceptível seria apenas as UPs localizadas na zona de proteção que estão com frangos alojados. Torna-se importante salientar que o modelo clássico de Reed-Frost assume que toda a população inclusa está em risco, e que a medida que surjam novos casos, a imunidade da população em risco aumenta.

Assim, conforme os resultados obtidos, a epidemia, diante da população estudada, teria seu pico nos instantes  $t_4$  e  $t_5$  (20 e 25 dias após a primeira notificação) e posteriormente haveria um declínio, em função da mortalidade das aves afetadas e imunidade adquirida. Dessa forma, obteve-se uma curva epidêmica em um período de 40 dias (figura 15), que demonstra a probabilidade de disseminação da DNC na zona de proteção.



**Figura 15:** Curva epidêmica gerada pelo modelo Reed-Frost

Conforme o Plano de Contingência para a Influenza Aviária de Doença de Newcastle (BRASIL, 2007), na propriedade foco deve-se realizar o sacrifício imediato de todas as aves afetadas, providenciando o mais rápido possível (24hrs) os equipamentos necessários, tais como retro-escavadeira, pá mecânica, caminhão tipo caçamba, lonas plásticas, etc. Estas aves devem ser destruídas o mais breve possível para a eliminação do agente etiológico, bem como a desinfecção das áreas de alojamento e interdição da propriedade, sem haver nenhuma entrada e saída de material usado na produção avícola, como ração e cama aviária. Simultaneamente, deve-se iniciar a investigação epidemiológica em todas as propriedades avícolas existentes na zona de proteção e na zona de vigilância.

Analisando a curva epidêmica gerada, do primeiro dia da notificação, ao quinto dia pós-notificação, existe a possibilidade do surgimento de dois novos casos na área de proteção. Observa-se também que, se nenhuma atitude for tomada, ou mesmo o atraso nas medidas de contenção do foco, até o décimo dia pós-notificação existe a possibilidade de que seis novos casos sejam diagnosticados. O pico da epidemia seria aos 20 dias que sucedem a notificação, onde a probabilidade é de que, do primeiro ao vigésimo dia surjam 23 novos casos.

Uma situação que deve ser levada em consideração é que, mesmo que no dia na notificação da suspeita seja realizado o isolamento da granja, abate preventivo de todas as aves da propriedade e eliminação das carcaças e resíduos, os doze dias anteriores a

notificação apresentaram um trânsito normal na região. Esses doze dias anteriores seriam uma forma silenciosa de disseminação, pois, como demonstrado no estudo de risco, neste período existe a possibilidade de que 44 granjas sejam visitadas, partindo da granja *índex*.

O Plano de Contingência diz que, diante da notificação, paralelamente as ações na propriedade suspeita, deverão ser feitas visitas às propriedades vizinhas num raio de 3 Km, bem como às propriedades que receberam aves da propriedade suspeita nos 14 dias anteriores a data do aparecimento dos primeiros sinais clínicos, iniciando a investigação epidemiológica. A busca à essas propriedades deve ser imediata, uma vez que o laboratório mais próximo credenciado pelo MAPA para realizar o diagnóstico definitivo para DNC é o Lanagro em Campinas, SP. A distância e a centralização de apenas um laboratório para diagnóstico definitivo da DNC, pode culminar no atraso de diagnóstico e prejudicar os procedimentos de contenção e erradicação frente a um surto na avicultura comercial, como simulados nesse estudo.

Conforme foram apresentados os resultados, somente o trânsito referente à visitas da empresa integradora apresentam riscos de disseminação a partir de um caso nos 12 dias de infectividade. Não foram avaliadas neste trabalho, demais variáveis, como a disseminação da doença pelo ar, por aves silvestres, a presença de criações de aves para subsistência, trânsito de pessoas e demais veículos que não fazem parte da empresa integradora, o que com certeza, potencializaria estes resultados.

#### **4.7 Análise dos resultados em diferentes cenários**

Diante do exposto, discutem-se os resultados em três cenários distintos:

- Diagnóstico definitivo para DNC em 7 dias
- Diagnóstico definitivo para DNC em 20 dias
- Diagnóstico definitivo para DNC em 60 dias

#### 4.7.1 Diagnóstico definitivo para DNC em 7 dias

Um diagnóstico definitivo de sete dias é tempo mínimo para que seja realizado o isolamento do *paramyxovirus* e classificação da patogenicidade do agente. Neste estudo, diante da notificação da suspeita e abate preventivo das aves acometidas, o período mínimo de espera para a obtenção do diagnóstico definitivo já evidenciou riscos de disseminação.

Observa-se na curva epidêmica (figura 15) e tabela 15, que existe a possibilidade de que dois novos casos sejam diagnosticados clinicamente em um período de cinco dias pós-notificação, e seis novos casos em um período de dez dias. A cada novo caso suspeito, novas zonas de proteção e vigilância devem ser estabelecidas, aumentando o número de granjas susceptíveis. Assim como, novas curvas epidêmicas de disseminação são geradas frente a essa nova população.

Se o diagnóstico definitivo for recebido em sete dias e de imediato, tomar-se medidas de contenção do foco, como o sacrifício de todas as aves presentes na zona de proteção, ou então determinar uma zona de proteção, não necessariamente em raio, mas uma zona de proteção estabelecida através de rotas de trânsito, e concomitante a isso, implementar um programa de vacinação e inquérito epidemiológico de todas as aves localizadas na zona de vigilância, pode-se prevenir o aparecimento de novos focos na região, não sendo necessária a abertura dessas novas zonas.

A contenção do foco nessas dadas condições, diante das análises apresentadas, seriam as mais seguras para a rápida erradicação do problema, não gerando maiores problemas à avicultura comercial.

#### 4.7.2 Diagnóstico definitivo para DNC em 20 dias

Em uma espera de 20 dias para o diagnóstico definitivo, se nenhuma medida de contenção for tomada nesse período, tem-se a probabilidade de que 23 novas granjas sejam infectadas. Isso culmina na abertura de 23 novas zonas de proteção e vigilância, dificultando a contenção.

Uma grande área, que supera a do presente estudo ficaria comprometida. Na metodologia desenvolvida, não se tem como avaliar quantas granjas estariam em risco em uma situação dessas, em função da impossibilidade de estimar qual seria a próxima granja a ser infectada a partir da granja *índex* e assim sucessivamente.

#### 4.7.3 Diagnóstico definitivo para DNC em 60 dias

Como já descrito, no foco da DNC que houve no município de Vale Real em 2006, o diagnóstico definitivo foi recebido somente 60 dias após a notificação da suspeita. Como já exposto anteriormente também, não havia população susceptível na área para que ocorresse a disseminação da doença. Mas mesmo assim, diante de um caso positivo em aves de subsistência sem disseminação, houve embargo das exportações para a Rússia e Argentina até que todas as medidas de contenção e erradicação na propriedade foram tomadas, e dado por erradicado o foco.

Transportando essa realidade para a área de estudo, a cada novo diagnóstico, uma nova população susceptível surge e novas curvas epidêmicas de probabilidade de disseminação são geradas. Trabalhando com a população fechada, das 50 granjas expostas ao risco na área de proteção, em 40 dias, 43 propriedades podem ser infectadas através do contato efetivo entre granjas, associando somente duas variáveis: caminhão de ração e extensionista.

A espera de dois meses para um diagnóstico definitivo pode comprometer toda a produção de frangos do Vale do Taquari, bem como a do estado do Rio Grande do Sul, uma vez que a contenção da doença seria difícil em função do tamanho da área e número de aviários na região. Essa situação, pode gerar um descontrole, havendo a necessidade de implementação de programas de vacinação em frangos de corte por tempo indeterminado, assim como ocorre em outros estados brasileiros.

Mesmo assim, dois meses de espera compromete empresas, produtores e desestabiliza a economia, podendo desencadear um período de crise na avicultura comercial gaúcha.

#### 4.8 Análise preliminar de custos e perdas econômicas

Na área de estudo, a grande quantidade de aviários implica no envolvimento de inúmeras pessoas aptas a trabalharem na coleta e amostras de 320 propriedades avícolas. Este procedimento deve ser realizado o mais breve possível, para que as amostras sejam enviadas a um laboratório credenciado pelo MAPA, e em um curto espaço de tempo, obter o *status* sorológico da região, lembrando que, durante este período, o trânsito de aves em toda a região deve ser suspenso.

O Plano de Contingência delimita o raio de proteção e vigilância, mas em momento algum, descreve a necessidade de sacrifício imediato das aves no raio de controle para a contenção do foco e possível disseminação da doença. Esta decisão ficaria a critério dos fiscais do MAPA que atuariam frente ao foco, determinando desta forma, a necessidade ou não da eliminação das aves.

Diante dos resultados e discussões apresentados, uma forma segura de contenção e erradicação da DNC em um surto na avicultura comercial dessa região, seria que, mediante um diagnóstico definitivo de 7 dias, os frangos localizados na zona de proteção fossem sacrificados e enterrados em valas dentro das propriedades. De forma simultânea, como determina o Plano de Contingência, na zona de vigilância seria realizado um inquérito epidemiológico e coleta de soro dos frangos alojados nas propriedades.

Essa decisão implica em altos custos e muita mão-de-obra, mas caracterizando a importância da atividade avícola, não só no estado do Rio Grande do Sul, mas para o Brasil, esse método de contenção sem dúvida seria o mais prudente. Dessa forma, foram simulados procedimentos de contenção da DNC na região, assim como uma análise de custos para os produtores e empresas integradoras.

#### 4.8.1 Procedimentos para a contenção da DNC

##### 4.8.1.1 Sacrifício dos frangos na zona de proteção

Uma das alternativas de eliminação das aves, citadas no Plano de Contingência, é o sacrifício delas dentro do próprio aviário. As aves são envoltas por lonas plásticas e asfixiadas com CO<sub>2</sub>. Uma saturação de 80% do ar, durante trinta minutos seriam necessários para o sacrifício (BRASIL, 2007). Após este procedimento, os frangos mortos devem ser enterrados em valas construídas dentro da propriedade.

##### 4.8.1.2 Aterros sanitários

Segundo informações prestadas por uma empresa, um aviário de 100m x 12m comporta 15.000 aves, com uma média de 12.5 frangos alojados por m<sup>2</sup>. Como a média de aves alojadas nos aviários em estudo é de 22.345 frangos, seguindo a mesma logística, para esta mesma quantidade de frangos e igual forma de distribuição, os aviários teriam dimensões de 150m x 12m.

Segundo as determinações do Plano de Contingência, uma vala de 16m<sup>3</sup> (4x2x2) suporta 8000 quilos de frango, assim, na zona de proteção seria necessária a abertura de 58 valas para enterrar os frangos sacrificados, com as seguintes dimensões:

**Tabela 16:** Dimensões de valas para enterrar os frangos sacrificados (zona de proteção)

<i>Idade (dias)</i>	<i>m<sup>3</sup> das valas</i>	<i>Dimensões</i>	<i>Quilos de Frangos</i>	<i>Numero de Valas</i>	<i>Total de m<sup>3</sup></i>
1-5	4	2x2x1	1.875	8	32
5-10	9	3x3x1	4.487	6	54
10-15	18	3x3x2	8.235	4	72
15-20	30	3x3x3,5	14.331	5	150
20-25	40	4x4x2,5	19.071	4	160
25-30	58	4x4x3,7	28.850	5	290
30-35	68	4x4x4,3	33.551	7	476
35-40	85	4x4x5,4	42.100	9	765
40-45	104	4x5x5,5	51.673	4	416
>45	124	4x5x6,3	62.062	6	744
<b>Total</b>				58	3.159

Conforme informações obtidas na secretaria de obras de uma prefeitura municipal, uma retro-escavadeira abre uma vala de 16m<sup>3</sup> em cerca de duas horas, assim, para a abertura dessas 58 valas nessas dimensões seria necessária cerca de 310 horas, como demonstra a tabela 17.

Para que essas valas fossem abertas em 24 horas, seria necessário que 13 retro-escavadeiras trabalhassem de forma ininterrupta. Com o uso de 4 retro-escavadeiras, que entra de acordo com a realidade dos municípios, as valas seriam abertas em aproximadamente 72 horas se também trabalhassem ininterruptamente.

Em uma emergência sanitária, as prefeituras devem ceder os seus maquinários para o estado, mas de forma simbólica, para a avaliação de custos, uma empresa particular recebe em torno de sessenta reais a hora trabalhada de uma retro-escavadeira, então, 311 horas custariam R\$ 18.660,00.

**Tabela 17:** Tempo estimado para a abertura das valas (zona de proteção)

Vala (m <sup>3</sup> )	<i>Tempo (horas)</i>	<i>Numero de valas</i>	<b>Tempo Total (horas)</b>
4	0:50	8	4
9	1:10	6	7
18	2:30	4	10
30	4:15	5	21
40	5:00	4	20
58	7:30	5	37
68	8:50	7	60
85	11:00	9	100
104	13:00	4	52
124	16:00	6	96
<b>Total</b>	-	58	311

O Plano de Contingência sugere que as camas dos aviários sejam enterradas junto com os frangos, bem como outros materiais, mas realizando uma análise criteriosa, um aviário de 100m x 12m necessita de 22,5 m<sup>3</sup> de maravalha para fazer a cama (informação obtida por uma empresa integradora), desta forma, um aviário de 150m x 12m necessitaria de 33 m<sup>3</sup> de maravalha. Uma cama é utilizada para a criação de cerca de 6 lotes de frangos (anexo 3), e isso faz com que ao longo dessas criações ela aumente o seu volume em função dos dejetos, estimando dessa forma, que, uma cama com 4 à 6 criações tenha aproximadamente 7 cm de altura compactada. Nessas condições, uma cama de meio uso em um aviário de 150m x 12m teria cerca de 100 m<sup>3</sup>.

A abertura de valas de 100m<sup>3</sup> somente para enterrar a cama é inviável nas condições apresentadas, uma vez que, para a abertura de 71 valas de 100m<sup>3</sup> (incluindo as camas dos aviários que estão em vazio sanitário) seriam necessárias aproximadamente 890 horas (R\$ 53.400,00), sendo que, em 24 horas seria necessária a presença de 36 retro-escavadeiras só para a abertura de valas para a cama. Isso foge completamente da realidade, sendo que outras alternativas devem ser levadas em consideração no destino das camas aviárias, como por exemplo, a cobertura das camas com lonas plásticas para a fermentação.

#### 4.8.1.3 Vigilância sorológica

Conforme a logística do estudo exploratório, das 251 UPs localizadas na zona de vigilância, 17,8% ou 44 UPs se encontram em vazio sanitário, desta forma, os custos para realizar o levantamento sorológico das 207 UPs através do teste de inibição da hemaglutinação (HI) são os seguintes:

O custo do teste de HI para cada soro é de R\$ 2,50 (CDPA/UFRGS). Se fossem coletadas 5 amostras de soro de cada propriedade, o custo equivaleria a R\$ 12,50 por UP, gerando um total de R\$ 2.590,00. Se coletadas 10 amostras de soro de cada UP, haveria um custo de R\$ 25,00 por propriedade, totalizando 5.175,00.

#### 4.8.2 Custos para o produtor

Diante da necessidade de sacrifício sanitário, o produtor tem dois custos: a cama e o lote (independente da idade de criação das aves). O valor unitário do metro cúbico de maravalha é de R\$ 28,00 (informação obtida por uma empresa integradora). Um aviário de 150m x 12m necessita de 33m<sup>3</sup> para fazer a cama, tendo um custo para o avicultor de R\$ 924,00. O produtor recebe R\$ 0,36 por frango, descontando o índice de mortalidade de 1,5%, a renda bruta a cada lote seria de aproximadamente R\$ 7.923,00.

Assim, na zona de proteção, 58 produtores teriam custos de lotes (contabilizando a perda de dois lotes, em função do despovoamento da área) e cama, que totalizariam R\$ 16.770,00 para cada produtor, e os outros 12 avicultores que estariam em vazio sanitário teriam igual custos, de cama e lote, contabilizando-se também a perda de criação de dois lotes. Isso gera custos aproximados de R\$ 1.174.000,00

#### 4.8.3 Custos para empresas

Conforme informações obtidas de uma empresa integradora de frangos de corte, o custo de produção por quilo de frango é de R\$ 1,56. Na zona de proteção simulada, encontram-se em alojamento, de forma probabilística, 1.285.282 frangos em diferentes idades, que caracteriza cerca de 1.600.000 quilos de frangos. Desta forma, os custos diretos para as empresas, diante da necessidade de sacrifício sanitário dos frangos seria de aproximadamente R\$ 2.500.000,00

## 5 CONCLUSÕES

O presente estudo alcançou os objetivos propostos. Conforme foram apresentados os resultados, pode-se concluir que somente o trânsito de veículos referente a visitas das empresas integradoras à uma unidade de produção apresentam riscos de disseminação da Doença de Newcastle às unidades de produção vizinhas diante um foco da doença. Os riscos de disseminação são variáveis, sendo que o estudo foi suportado em análises probabilísticas vinculadas a situações reais que fazem parte do processo de logística das empresas.

Na análise espacial, detectou-se que, em torno de 25% das unidades de produção localizadas na área de estudo encontram-se a menos de cem metros das principais vias de trânsito, estando mais expostas a riscos de introdução de agentes infecciosos. Já no estudo de análise de risco, constatou-se que, quanto maior a capacidade de alojamento de uma unidade de produção, mais vezes esta propriedade é exposta ao risco.

A Taxa Reprodutiva Básica, revelou que, somente estas visitas podem ser responsáveis pela disseminação da Doença de Newcastle, obtendo-se um resultado de 1,51 através de elementos extraídos da literatura e fluxo de trânsito a uma unidade de produção durante o período de criação. Tal resultado indica que cada granja infectada é capaz de infectar 1,51 granjas durante o período de infectividade do *paramyxovirus*.

No estudo de contato efetivo entre granjas, os resultados indicaram que a probabilidade de uma granja infectada fazer contato efetivo com uma granja sadia na zona de proteção simulada em um período de cinco dias é de 0,045, ou seja, cada unidade de produção tem uma probabilidade de 4,5% de entrar em contato efetivo com a granja infectada levando em consideração somente as visitas de caminhões de ração e extensionistas.

No estudo exploratório da proporção de alojamento de frangos de corte, diante de dados reais transpostos à área de estudo, os resultados obtidos estatisticamente demonstraram que, em um instante 't' dos 100% de frangos alojados, existe a probabilidade de que somente 16,6% estariam imunes a Doença de Newcastle.

Em relação à curva epidêmica gerada através do Modelo Clássico de Reed-Frost, chegou-se ao resultado de que, na zona de proteção, em uma população fechada,

existe a possibilidade de que em um período de 40 dias, 43 novos casos sejam diagnosticados, sendo que a curva tem seu pico entre o vigésimo e vigésimo quinto dia pós-notificação do primeiro caso.

Tais resultados demonstram a necessidade de um diagnóstico definitivo em um tempo mínimo de sete dias, para que as medidas de contenção determinadas pelo Plano de Contingência para Influenza Aviária e Doença de Newcastle sejam eficazes. A situação simulada neste estudo demonstra que a forma mais prudente de contenção em caso de um surto em uma área de alta produção avícola seria o abate de todas as aves na zona de proteção. Tal medida gera altos custos, perdas e mão-de-obra, mas ainda sim, diante de uma situação similar, esta seria a forma mais segura para a contenção e erradicação da doença na avicultura comercial, evitando maiores danos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKHTAR, S., ZAHID, S. Risk indicators for Newcastle Disease outbreaks in broilers flocks In Pakistan. **Preventive Veterinary Medicine**. V. 22, 1995. p. 61-69.

ALEXANDER, D.J. (1997). Newcastle disease and other avian *Paramyxoviridae* infections. In: \_\_\_\_\_ B.W. Calnek (Ed.), **Diseases of poultry**, 9th ed, Ames: Iowa State University Press, 1999. p 541-569.

ALEXANDER, D.J. The epidemiology and control of Avian Influenza and Newcastle Disease. **J. Comp. Path.** 1995, vol 112, p 105-126

AMARAL, A. M.; MUNIZ, J. A.; SOUZA, M. Avaliação do coeficiente de variação como medida de precisão na experimentação com citrus. **Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais**. Piracicaba, 1991. 4 p. Disponível em: [www.webnotes.stc.embrapa.br](http://www.webnotes.stc.embrapa.br). Acesso em: 27 de janeiro de 2008.

ANANTH, R. Isolation of Newcastle disease viruses of high virulence in unvaccinated healthy village chickens in south Índia. **International Journal of Poultry Science**. Vol. 7, n 4, 2008. p 368-373.

ARNS, C.W. et.al., *Paramyxoviridae*. In \_\_\_\_\_: Flores, E.F. **Virologia Veterinária**. Santa Maria, Ed UFSM, 2007. p. 659-687.

ABEF. Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frango,

\_\_\_\_\_: **Relatório Anual 2006**. Disponível em: [www.abef.com.br/Relatorios\\_Anuais.asp](http://www.abef.com.br/Relatorios_Anuais.asp). Acesso em: 15/jan/2008.

\_\_\_\_\_: **Relatório anual 2007**. Disponível em: [www.abef.com.br/Relatorios\\_Anuais.asp](http://www.abef.com.br/Relatorios_Anuais.asp). Acesso em: 11/09/2008.

BACK, A. **Manual de doenças de aves**. Ed. Coluna do Saber. Cascavel, PR, 2004. 222p.

BEARD, C.W. Velogenic Newcastle Disease. **USDA, ARS, Southeast Poultry Research Laboratory**. Athens, GA. Sem ano de publicação. Disponível em: [http://www.vet.uga.edu/VPP/gray\\_book02/fad/vnd.php](http://www.vet.uga.edu/VPP/gray_book02/fad/vnd.php) . Acesso em: agosto de 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento,

\_\_\_\_\_: **Plano de contingência para Influenza Aviária e Doença de Newcastle**. Secretaria de Defesa Agropecuária, Departamento de Saúde Animal, Coordenação Geral de Combate às Doenças, Coordenação de Sanidade Avícola. Abril, 2007.

\_\_\_\_\_: **Instrução normativa nº 11, de 1º de setembro de 2003.** Diário Oficial da União, 05/09/2003, seção 1 , p.3.

\_\_\_\_\_: **Projeções do Agronegócio Mundial e Brasil: 2006/07 à 2016/17.** Dezembro 2006. Disponível em: [www.agricultura.org.br](http://www.agricultura.org.br). Acesso em janeiro de 2007.

BRUCE, S.S. et.al. The avian response to Newcastle disease virus. **Developmental & Comparative Immunology**, V.24. 2000. p.257-268.

CALIJURI, M. L.; RÖHM, S. A. **Sistemas de Informações Geográficas.** Universidade Federal de Viçosa. Imprensa Universitária. Minas Gerais, 1994, p. 34.

CHOI, K. et.al. Isolation of a recent Korean epizootic strain of Newcastle disease virus from Eurasian Scops Owls affected with severe diarrhea. **Journal Wildlife Disease**, 44 (1), 2008. p. 193-198

CÔRTEZ, J.A. Forma de ocorrência de doenças em populações. In\_\_\_\_\_: **Epidemiologia: conceitos e princípios fundamentais.** Ed. Varela, São Paulo, 1993. p. 113-125.

COSTA NETO, P.L.O. **Estatística.** Editora Edgard Blucher LTDA, São Paulo, 2 ed. 2002. ...p

DRUCK,S. et al. **Análise Espacial de Dados Geográficos.** Embrapa Cerrados, Planaltina, Distrito Federal, 2004. 208p.

DURR, P.A.; GATRELL, A. C. **GIS and Spatial Analysis in Veterinary Science.** CABI Publishing, Cambridge, MA, USA, 2004. 303p. (A)

DURR, P. A.; GATRELL, A. C. The tools of spatial epidemiology: GIS, spatial analysis and remote sensing. p 01-33 In:\_\_\_\_\_. DURR, P.A.; GATRELL, A.C. **GIS and Spatial Analysis in Veterinary Science.** CABI Publishing, Cambridge, MA, USA, 2004. 303p. (B)

FIGUEIREDO, E.A.P., Raças e linhagens de galinhas para criações comerciais e alternativas no Brasil. **Comunicado Técnico – Embrapa.** Concórdia, SC. Dezembro, 2003.

FLETCHER, R.H.; FLETCHER, S.W.; WAGNER, E.H. **Epidemiologia clínica: elementos essenciais.** 3 ed. Artes Médicas, Porto Alegre, 1996. 280p.

FRANZO, V.S. **Ocorrência da doença de Newcastle no Brasil e no Mundo.** Departamento de Patologia Animal da Universidade Estadual Paulista (UNESP). Sem ano de publicação. Disponível em: Acesso: setembro de 2008.

HANSON, R.P.; BRANDLY, C.A. Identification of vaccine strain of Newcastle disease virus. **Science**, vol 122, 1955. p 156-157.

- KÖFER, J.; FUCHS, K.; WAGNER, P. VETGIS- Styria- a tool for veterinary epidemiological investigation. **Joanneum Research, Institute of Applied Statistics, Department of Veterinary Administration in Styria**. Graz, Austria, 2003.
- LIANG, R. et.al. Newcastle disease outbreaks in western China were caused by the genotypes VIIa and VIII. **Veterinary Microbiology**, 87. 2002. p. 193-203.
- LIEN, Y. et.al. Phylogenetic characterization of Newcastle disease viruses isolated in Taiwan during 2003-2006. **Veterinary Microbiology**, 123. 2007. p. 194-202.
- LOMNICZI, B. et.al. Newcastle disease outbreaks in recent years in Western Europe were caused by an old (VI) and a novel genotype (VII). **Archives of Virology**, 143, 1998. p 49-64.
- MAC MAHON, B. et.al. **Epidemiologic Methods**. A. Churchill LTDA, Londres, 1960. 302p.
- MEYER, P.L. **Probabilidade: Aplicações à estatística**. Editora LTC, Rio de Janeiro, RJ. 1983.
- NETO, S. L. R. Uma estrutura conceitual para análise e solução de problemas espaciais em geoprocessamento. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.2 n.1. 2003, p. 1-29.
- NORSTROM, M. Geographical information system (GIS) as a tool in surveillance and monitoring of animal disease. **Acta Veterinaria Scandinavica** 42(Suppl 1). 2001, p. 79-85.
- NWANTA, J.A.; ABDU, P.A.; EZEMA, W.S. Epidemiology, challenges and prospects for control of Newcastle disease in village poultry in Nigeria. **World's Poultry Science Journal**, vol. 64, março, 2008.
- OIE. **Organização Internacional de Epizootias**. Disease Information. 2006. v.19, n 17.
- OLIVEIRA, J.G., et.al. Vírus da doença de Newcastle em aves não vacinadas no estado do Rio de Janeiro. **Ciência Rural**, v. 33, n.2, 2003. p 381-383
- OSTFELD, S. R.; GLASS, G. E.; KEESING, F. Spatial epidemiology: an emerging (or re-emerging) discipline. **Ecology and Evolution**, v. 20 n. 6, 2005, p. 328-336.
- OTIM, M.O. et.al. A study of risk factors associated with Newcastle disease epidemics em village free-range chickens in Uganda. **Trop Anim Health Prod**, vol. 39, 2007. p. 27-35

O'NEILL, P.D. Perfect simulation for Reed-Frost epidemic models. **Statistics and Computing**. Vol 13. 2003. p 37-44.

PAULILLO, A.C.; DORETTO JÚNIOR, L. Doença de Newcastle. In: \_\_\_\_\_ Júnior A.B.; Macari, M. **Doenças das Aves**. Campinas, São Paulo. Facta, 2000. p 267,281.

PEDROSA, B. M., CÂMARA, G. Modelagem dinâmica e geoprocessamento. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE**. São José dos Campos, SP, Brasil. 2002, 39 p.

PFEIFFER, D. U., MORRIS, R. S. Spatial analysis techniques in veterinary epidemiology. **The Kenya Veterinarian**, v. 18 n. 2, 1994, p. 483-485.

PFEIFFER, D. U., MORRIS, R. S, SANSON, R.L. Application of GIS in animal disease control – possibilities and limits. **Science Technology**, v. 10, n. 1, 1994, p. 179-195.

PIACENTI, A.M.; et.al. Pathogenesis of Newcastle disease in commercial and specific pathogen-free turkeys experimentally infected with isolates of different virulence. **Vet Pathol**. V. 43, 2006. p.168-178.

ROCHA, C.H.B. **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar**. Juiz de Fora, Ed. do autor, 2000. 220p.

ROSS, L.F. **Economia: Entrevista Jornal do Comércio**. Disponível em: [www.jornaldocomercio.com](http://www.jornaldocomercio.com). Acesso em: dezembro de 2008.

SILVA, P.L. Doença de Newcastle *versus* recentes avanços. V Simpósio de Sanidade Avícola, agosto, 2006. **Anais...** Santa Maria, RS. p. 22-29.

SILVA, J.S.A, et.al. Newcastle disease virus infection in sparrows (*Passer domesticus*, Linneaus, 1758) captured em poultry farms of the agreste region of the state Pernambuco. **Brasilian Journal of Poultry Science**. Vol. 8, n. 2, apr-mar 2006. p 125-129.

SILVA, J.M. Geoprocessamento em estudos ambientais: uma perspectiva sistêmica. In:\_\_\_\_\_. **Modelos e Aplicações Ambientais**. Embrapa. Brasília, DF. 2007, p. 32-53.

SPIEGEL, R.M. **Estatística**. Ed. McGraw-Hill do Brasil, Sao Paulo, 1977.

SWAYNE, D.E.; KING, D.J. Avian Influenza and Newcastle Disease. **JAVMA**, Vol 222, n 11, junho 2003. p 1534-1540.

TELES, M.M.F. Análise espacial em sistemas de informação geográfica. **Relatório final de iniciação científica – PIBIC/CNPq –UFPR**. 2001.

THRUSFIELD, M.V. **Epidemiologia Veterinária**. Ed. Roca, São Paulo, 2004. 556p.

TOMA, B. et.al. Noções de base em epidemiologia. In \_\_\_\_\_: **Epidemiologia aplicada: a luta coletiva contra as principais doenças animais transmissíveis**. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 2004. p. 1-15.

WAYNE, M. S. et.al. Epidemiología descriptiva. In \_\_\_\_\_: **Epidemiología veterinaria: principios y métodos**. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza, Espanha, 1997. p. 87-135.

WIKIPÉDIA. **Vale do Taquari**. Disponível em:  
[http://pt.wikipedia.org/wiki/Vale do Taquari](http://pt.wikipedia.org/wiki/Vale_do_Taquari). Acesso em: outubro de 2008.

ZANATTA, D. Associação Gaúcha de Avicultura e Sindicato das Indústrias de Produção Avícolas no RS. 2008. Disponível em:  
[www.cpact.embrapa.br/eventos/2008](http://www.cpact.embrapa.br/eventos/2008). Acesso em: setembro, 2008.

## ANEXO 1

## Capacidade de alojamento das unidades de produção da Zona de Proteção

<i>Propriedade</i>	<i>Cap. Alojamento</i>	<i>Propriedade</i>	<i>Cap. Alojamento</i>
1	9000	36	27000
2	10500	37	63855
3	14400	38	42900
4	27000	39	48600
5	9000	40	36000
6	10500	41	14400
7	14400	42	21600
8	10500	43	48945
9	35700	44	47250
10	34260	45	47280
11	41400	46	62370
12	30225	47	21600
13	26460	48	35100
14	26535	49	67260
15	27000	50	29280
16	31500	51	36540
17	22425	52	22500
18	50400	53	43200
19	72435	54	29055
20	12600	55	40560
21	0*	56	0*
22	29535	57	20160
23	21000	58	75240
24	9000	59	100500
25	9900	60	74250
26	18540	61	91335
27	18000	62	72270
28	9000	63	20880
29	18000	64	9000
30	0*	65	0*
31	0*	66	0*
32	0*	67	28800
33	0*	68	14400
34	45945	69	15300
35	34830	70	25200
Total			2062620

Fonte: ASGAV, 2008

\* Capacidade de alojamento não informada

## ANEXO 2

Capacidade de alojamento de cada unidade de produção localizada na Zona de Vigilância

<i>Propriedade</i>	<i>Cap. Alojamento</i>	<i>Propriedade</i>	<i>Cap. Alojamento</i>
1	0 *	41	19080
2	18000	42	28720
3	22500	43	9720
4	28260	44	9000
5	28800	45	9720
6	26280	46	18000
7	60000	47	21735
8	32400	48	46830
9	15120	49	18000
10	10440	50	32400
11	18000	51	18360
12	9000	52	18000
13	28800	53	9000
14	39600	54	25200
15	9000	55	16500
16	29520	56	21600
17	29100	57	16200
18	45540	58	27900
19	34200	59	12600
20	15300	60	27000
21	0*	61	13500
22	37800	62	21600
23	0	63	0*
24	12960	64	50400
25	17280	65	19800
26	23040	66	30780
27	33480	67	18000
28	0*	68	0*
29	0*	69	13500
30	36000	70	31440
31	25200	71	27720
32	22500	72	24150
33	14400	73	9000
34	36300	74	31140
35	48960	75	35100
36	0*	76	39600
37	21600	77	28800
38	27900	78	54540
39	0*	79	14700
40	10800	80	9900

Fonte: ASGAV, 2008

\* Capacidade de alojamento não informada

<i>Propriedade</i>	<i>Cap. Alojamento</i>	<i>Propriedade</i>	<i>Cap. Alojamento</i>
81	23400	121	28620
82	25200	122	37440
83	68760	123	14940
84	40950	124	18000
85	64680	125	18000
86	43560	126	18000
87	20700	127	14400
88	79740	128	22320
89	50430	129	9000
90	43200	130	9000
91	21780	131	0*
92	24840	132	0*
93	24480	133	0*
94	61200	134	0*
95	86640	135	9000
96	12600	136	10800
97	0*	137	13500
98	9000	138	9000
99	27060	139	9000
100	23985	140	18000
101	56625	141	13000
102	21600	142	0*
103	0*	143	15750
104	0*	144	23400
105	10800	145	31320
106	13500	146	23400
107	0*	147	21600
108	18000	148	23940
109	0*	149	0*
110	0*	150	15300
111	21600	151	14400
112	44625	152	28260
113	16200	153	8820
114	23400	154	9624
115	21600	155	16575
116	16560	156	33200
117	0*	157	9000
118	9000	158	9360
119	28140	159	14400
120	0*	160	73365

Fonte: ASGAV, 2008

\* Capacidade de alojamento não informada

<i>Propriedade</i>	<i>Cap. Alojamento</i>	<i>Propriedade</i>	<i>Cap. Alojamento</i>
161	16875	201	42465
162	53055	202	0*
163	28710	203	0*
164	9000	204	0*
165	0*	205	28620
166	0*	206	44400
167	9000	207	16380
168	18000	208	26820
169	9000	209	29100
170	36000	210	36180
171	18000	211	29160
172	48600	212	13680
173	19800	213	36570
174	18000	214	0*
175	14400	215	28800
176	41400	216	14400
177	17850	217	0*
178	60480	218	0*
179	53865	219	61425
180	14400	220	48000
181	64725	221	34740
182	14400	222	14400
183	31500	223	0*
184	31500	224	0*
185	0*	225	0*
186	0*	226	0*
187	36600	227	0*
188	18900	228	0*
189	36000	229	0*
190	35700	230	0*
191	21600	231	0*
192	29520	232	0*
193	33660	233	18000
194	0*	234	0*
195	19800	235	0*
196	14400	236	0*
197	14400	237	0*
198	12060	238	0*
199	28800	239	0*
200	0*	240	26325

Fonte: ASGAV, 2008

\* Capacidade de alojamento não informada

<i>Propriedade</i>	<i>Cap. Alojamento</i>
241	12600
242	14400
243	21600
244	9900
245	14400
246	57300
247	0*
248	0*
249	0*
250	32400
251	23400
<b>Total</b>	<b>5110369</b>

Fonte: ASGAV, 2008

\* Capacidade de alojamento não informada