

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

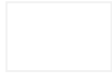
**ESTUDO RETROSPECTIVO DO MONITORAMENTO SOROLÓGICO PARA  
DOENÇA DE NEWCASTLE COM APLICAÇÕES DE TÉCNICAS DE  
GEOPROCESSAMENTO E GEOESTATÍSTICA NO ESTADO DE SANTA  
CATARINA**

**Tese de Doutorado**

**Diana Bertani Giotto**

**Porto Alegre**

**2013**



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

**ESTUDO RETROSPECTIVO DO MONITORAMENTO SOROLÓGICO PARA  
DOENÇA DE NEWCASTLE COM APLICAÇÕES DE TÉCNICAS DE  
GEOPROCESSAMENTO E GEOESTATÍSTICA NO ESTADO DE SANTA  
CATARINA**

**Autora:** Diana Bertani Giotto

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Ciências Veterinárias, na área de Medicina Veterinária Preventiva, especialidade Sanidade Avícola.

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

Porto Alegre

2013

DIANA BERTANI GIOTTO

Estudo retrospectivo do monitoramento sorológico para Doença de Newcastle com aplicações de técnicas de geoprocessamento e geoestatística no estado de Santa Catarina

Aprovada em 26 de fevereiro de 2013.

Aprovada por:

---

Prof. Dr. Carlos Tadeu Pippi Salle - UFRGS

Orientador e Presidente da Comissão

---

Prof. Dr. João Paulo Haddad – UFMG

Membro da Comissão

---

Prof. Dr. Elódio Sebem – UFSM

Membro da Comissão

---

Prof. Dr. Hamilton Luiz de Souza Moraes – UFRGS

Membro da Comissão

Há um tempo em que é preciso abandonar as roupas usadas, que já tem a forma do nosso corpo, e esquecer os nossos caminhos, que nos levam sempre aos mesmos lugares. É o tempo da travessia: e, se não ousarmos fazê-la, teremos ficado, para sempre, à margem de nós mesmos. (Fernando Pessoa)

## **DEDICO**

**À minha FILHA, meu PAI,  
minha MÃE e meu IRMÃO.  
Obrigada pela chance!**

## **AGRADECIMENTOS**

Meu total reconhecimento pelo profissionalismo e contribuição prestada, não somente para o desenvolvimento desta tese, mas para o cenário avícola brasileiro, Prof. Dr. Carlos Tadeu Pippi Salle, qual considero, se não o melhor, um dos melhores pesquisadores na área, onde tive a honra de ter como orientador durante seis anos, absorver um pouco do seu conhecimento científico e também experiências de vida. Aprendi muito! Deixo registrado aqui, minha grande admiração!

Ao Prof. Dr. Enio Giotto, que sempre contribuiu de forma exaustiva para o desenvolvimento de minhas pesquisas, me inserindo em um mundo diferente à minha formação, o geoprocessamento, e que hoje é meu aliado incontestável nas pesquisas na área das ciências veterinárias e sem dúvidas, é a pessoa que mais torce pelo meu sucesso. Só tenho a agradecer, meu professor e Pai!

Ao Prof. Dr. Hamilton, por sua disponibilidade, engrandecimento, não só a este trabalho, mas meu crescimento também como profissional. Agradeço aos colegas e funcionários do CDPA pela colaboração, presença e em especial a amizade constituída ao longo desses anos.

Agradeço a CIDASC por permitir que este trabalho fosse realizado, cedendo os dados para o desenvolvimento da pesquisa, a qual, sem dúvidas será de grande valia para o estado de Santa Catarina. Por fim, agradeço ao CEDISA, em especial a Dra Régia Dambrós, que me acompanhou nestes 4 anos e muito agregou em conhecimento científico nesta tese, além da amizade consolidada.

Muito Obrigada!

## RESUMO

### **Estudo retrospectivo do monitoramento sorológico para Doença de Newcastle no estado de Santa Catarina com aplicações de técnicas de geoprocessamento e geoestatística**

Este trabalho teve como objetivo geral estabelecer critérios de maior precisão para a interpretação de resultados do diagnóstico sorológico para a Doença de Newcastle realizadas através do teste de HI (inibição da hemaglutinação). A fonte dos dados foram resultados de ensaios sorológicos realizados para monitoria da doença no estado de Santa Catarina, Brasil, no período de 2000 à 2010, sendo estas, cedidas pela CIDASC (Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina). Como metodologia, foram utilizadas técnicas de geoprocessamento com auxílio do aplicativo Cypeiro 7, para estudo de caso, métodos estatísticos para estudo das GMTs (médias geométricas dos títulos) e métodos geoestatísticos, com auxílio do aplicativo ArcGis, com desígnio de avaliar a dependência espacial exercida entre os títulos. Estes métodos permitiram a análise espacial dos títulos sorológicos e correlacionar com os vizinhos mais próximos (unidades de produção integradas de frangos de corte) através de mapeamentos. Diante das informações repassadas para o desenvolvimento da presente pesquisa, no estudo de caso observou-se que os títulos sorológicos não exerciam influência sobre os vizinhos. Em um segundo momento, através das análises estatísticas observou-se um declínio das GMTs ao longo do tempo, podendo ser visualizado um patamar de estabilização, que se fixou entre 1,14 e 1,60. Por fim, no estudo geoestatístico, pode-se constatar que os títulos sorológicos apresentaram dependência espacial nos dez anos analisados, sendo que, em ensaios de HI realizados com 4 UHA (unidades hemaglutinantes), os títulos 1/2 e 1/4 apresentaram dependência espacial de 12km, quando estudados em raios de 10 km a partir de granjas reprodutoras, as quais recebem vacinação para Doença de Newcastle. Os títulos 1/8 apresentaram dependência espacial de aproximadamente 8 km e os 1/16 de 5 km. Desta forma, foi detectado que, a medida que os títulos aumentavam, a dependência espacial entre eles diminuía, mas ainda sim, exercendo forte influência sobre os vizinhos.

**Palavras chave:** Doença de Newcastle, monitoramento sorológico, teste de inibição da hemaglutinação, geoprocessamento, geoestatística

## ABSTRACT

### **Retrospective serological monitoring for Newcastle Disease in Santa Catarina state with applications of GIS techniques and geostatistical**

This study aimed to establish more precise criteria for the interpretation of results of serological diagnosis for Newcastle disease carried through the test of HI (hemagglutination inhibition). The source of the data were performed serologic test results for monitoring of the disease in the state of Santa Catarina, Brazil, from 2000 to 2010, these being provided by CIDASC (Integrated Agricultural Development Company of Santa Catarina). The methodology were used geoprocessing techniques to aid application Capeiro 7 for case study, statistical methods to the study of GMTs (geometric mean titers) and geostatistical methods with the aid of ArcGis software, with design to assess spatial dependence  $\rho$  exercised between titles. These methods allowed the spatial analysis of bonds and serological correlate with the nearest neighbors (production units integrated broiler) via mappings. Given the information passed to the development of this research, the case study showed that the serological not exerted influence on the neighbors. In a second step, through statistical analysis we observed a decline in GMTs over to time and can be visualized a level of stabilization, which was set between 1.14 and 1.60. Finally, the geostatistical study, it can be seen that the serological spatial dependence in ten years, and, in HI assays performed with 4 UHA (hemagglutinating units), securities 1/2 and 1/4 showed dependence space 12km, when studied in radius of 10 km from reproduction farms, which receive vaccination for Newcastle disease. The titres eighth spatial dependence of approximately 8 km and 1/16 of 5 km. Thus, it was detected that, as the titres increased, the spatial dependence between them lessened, but still exerting a strong influence on the neighbors.

**Keywords:** Newcastle disease, serological monitoring, test hemagglutination inhibition, GIS, geostatistics



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### REVISÃO DE LITERATURA

Figura 1 - Divisão da área afetada em zonas de proteção e vigilância a partir do foco. (BRASIL, 2007) .....	16
Figura 2 - HA para demonstração de vírus hemaglutinantes em amostras clínicas .....	20

### CAPÍTULO I

Figura 1 – Localização espacial das granjas de matrizes no estado de Santa Catarina, Brasil .....	34
Figura 2 – Espacialização das unidades de frangos de corte com monitoria sorológica no período de 2000 à 2010 no estado de Santa Catarina, Brasil .....	35

### CAPÍTULO II

Figura 1 – Localização espacial das 77 granjas de matrizes no estado de Santa Catarina, Brasil .....	46
Figura 2 – Matrizeiros apresentados em três grupos de (círculos vermelhos) espacializados nas regiões oeste, central e sul no Estado de Santa Catarina, juntamente com os produtores de frangos de corte (quadrados azuis) com monitoria sorológica nos respectivos raios de estudo. 1. Região oeste (raio de 12 Km). 2. Região central (raio de 32Km). Região sul( raio de 25km).....	47
Figura 3 – Tendência das médias geométricas dos títulos no período de 2001 a 2010 .....	50

### CAPÍTULO III

Figura 1 – Modelo de semi-variograma esférico .....	59
Figura 2 – Localização espacial dos matrizeiros localizados no estado de Santa Catarina, Brasil, e seus respectivos <i>buffers</i> (raios de pesquisa de 10 km) .....	61
Figura 3 – Localização espacial dos lotes de frangos de corte com monitoria sorológica para DNC no período de 2001 à 2010, no estado de Santa Catarina, Brasil .....	61

### CAPÍTULO IV

Figura 1 – Comportamento dos índices de mortalidade no período de 2001 à 2010 .....	71
---	----

### CAPÍTULO V

Figura 1 – Mapa de superfície com a localização espacial das unidades de produção do município de Nova Bréscia e municípios vizinhos (Fonte: Sistema GeoAves-RS) .....	83
Figura 2 – Unidades de produção estudadas e estabelecimento das zonas de	

proteção e vigilância .....	84
Figura 3 – Média diária de visitas de uma empresa avícola às unidades de produção .....	85
Figura 4 – Curva epidêmica gerada pelo modelo Reed Frost .....	89

## LISTA DE TABELAS

### REVISÃO DE LITERATURA

Tabela 1 - Distâncias mínimas a ser mantidas entre estabelecimentos avícolas ...	22
--	----

### CAPÍTULO I

Tabela 1 – Número de lotes com monitoria sorológica entre os anos de 2000 a 2010, em um raio de pesquisa de 3km a partir matrizeiros próximos .....	36
---	----

### CAPÍTULO II

Tabela 1 – Séries definidas para cálculo das médias móveis .....	45
Tabela 2 – Análises estatísticas sobre as médias geométricas dos títulos .....	48
Tabela 3 – Resultados da série temporal mediante agrupamentos de 3 anos .....	50

### CAPÍTULO III

Tabela 1 – Dependência espacial expressa em metros, exercida entre os títulos sorológicos 1/2, 1/4, 1/8 e 1/16 .....	63
--	----

### CAPÍTULO IV

Tabela 1 – Análises estatísticas dos índices de mortalidade no período de 10 anos .....	70
---	----

### CAPÍTULO V

Tabela 1 – Estratos da capacidade de alojamento de frangos de corte nas UPs ...	78
Tabela 2 – Distribuição da população de frangos por classe de idade .....	81
Tabela 3 – Média de visitas de caminhões de ração e extensionistas em um período de 41 dias .....	86
Tabela 4 – Riscos da propriedade <i>index</i> fazer contato efetivo com outras propriedades na zona de proteção simulada .....	87
Tabela 5 – Probabilidade de alojamento de frangos nas zonas de proteção e vigilância .....	87
Tabela 6 – Probabilidade de disseminação da Doença de Newcastle na zona de proteção simulada .....	89

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	15
<b>2.1 Doença de Newcastle</b> .....	15
2.1.1 Técnicas de diagnóstico para a Doença de Newcastle .....	17
2.1.1.1 Teste de Inibição da Hemaglutinação (HI) .....	18
<b>2.2 Biossegurança em granjas de matrizes</b> .....	21
2.2.1 Vacinações e monitoramento sorológico .....	22
<b>2.3 Geoprocessamento</b> .....	23
<b>2.4 Geoestatística</b> .....	24
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	26
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>Monitoramento sorológico para a Doença de Newcastle através de teste de inibição da hemaglutinação (hi): estudo de caso</b> .....	29
Resumo .....	30
Abstract .....	31
Introdução .....	32
Materiais e Métodos .....	33
Resultados e Discussões .....	34
Conclusões .....	37
Referências Bibliográficas .....	38
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>Análise de resultados de monitoramento sorológico para a Doença de Newcastle no estado de Santa Catarina através das médias geométricas dos títulos (GMT) obtidas por teste de inibição da hemaglutinação (HI)</b> .....	39
Resumo .....	40
Abstract .....	41
Introdução .....	42
Materiais e Métodos .....	43
Resultados e Discussões .....	46
Conclusões .....	51
Referências Bibliográficas .....	52
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>Dependência espacial de títulos sorológicos em testes de inibição da hemaglutinação (HI) para a Doença de Newcastle na região oeste do estado de Santa Catarina utilizando técnicas de geoestatística</b> .....	53
Resumo .....	54
Abstract .....	55
Introdução .....	56
Materiais e Métodos .....	57
Resultados e Discussões .....	60
Conclusões .....	64

Referências Bibliográficas .....	65
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>Índices de mortalidade de lotes de frangos de corte na região sul do Brasil e avaliação de fatores indicativos para colheita de material para a vigilância da Doença de Newcastle .....</b>	<b>66</b>
Resumo .....	67
Abstract .....	68
Introdução .....	69
Materiais e Métodos .....	69
Resultados e Discussões .....	70
Conclusões .....	72
Referências Bibliográficas .....	72
<b>CAPÍTULO V</b>	
<b>Simulação da disseminação da Doença de Newcastle relacionando o trânsito de veículos entre empresas integradoras e unidades de produção de frangos de corte .....</b>	<b>73</b>
Resumo .....	74
Abstract .....	75
Introdução .....	76
Materiais e Métodos .....	77
Resultados e Discussões .....	82
Conclusões .....	90
Referências Bibliográficas .....	91
<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>92</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>94</b>

# 1 INTRODUÇÃO

O crescente aumento da população mundial e a maior demanda de alimentos para o mercado têm possibilitado cada vez mais o crescimento e a comercialização de animais de consumo e seus derivados. No mercado mundial de carnes, a indústria avícola se apresenta em destaque, caracterizando-se pela contínua associação de novas tecnologias, assegurando altos índices de produtividade.

Conforme relatório anual de 2012 da UBABEF (União Brasileira de Avicultura e Associação Brasileira dos Exportadores de Frangos), do total de frangos produzidos no país, 69,8% foi destinado ao mercado interno e 30,2% para exportações. Assim, o consumo per capita da carne de frango atingiu 47,4 quilos por pessoa, um novo recorde para o setor. Ainda sim, o Brasil continua ostentando a posição de terceiro maior produtor e primeiro maior exportador mundial de carne de frango.

Tais registros demonstram a importância da atividade avícola brasileira no cenário mundial, sendo vista também como uma atividade extremamente consolidada e imprescindível para a estabilidade econômica do país, na esfera do agronegócio. A posição de destaque que o Brasil ocupa, exige que cada vez mais seja dada atenção às medidas de biossegurança adotadas nas criações, uma vez que a forma de criação intensiva, pré-dispõe à instalação e disseminação de doenças que podem comprometer o sucesso da atividade. As empresas integradoras desenvolvem programas específicos de monitoramento sanitário frente aos produtores integrados com objetivo de minimizar o impacto que certas doenças causam na produção, tais como vacinação, “check-list” sanitário, vazios sanitários, barreiras de proteção, entre outros.

Dentre as doenças avícolas responsáveis por grandes perdas e insucesso na avicultura, a Doença de Newcastle ainda é uma preocupação, uma vez que é caracterizada por sua fácil contaminação e rápida disseminação entre os plantéis, bem como, por ser doença de notificação obrigatória à OIE (Organização Internacional de Saúde Animal) à qual, culminam no sacrifício de todas as aves acometidas, vigilância ativa dos órgãos oficiais e embargo de exportações.

O Brasil é um país livre da doença de Newcastle na produção comercial, sendo que, a vacinação é realizada apenas em aves reprodutoras e de postura, como medida de

biosseguridade, uma vez que o vírus circula livremente entre as aves silvestres e migratórias. Os frangos de corte não recebem nenhum tipo de imunização ativa, apenas a transferência de anticorpos maternos.

O estado de Santa Catarina, Brasil, realizou monitoramento sorológico para a Doença de Newcastle através do teste sorológico de HI (inibição da hemaglutinação) em granjas de frangos de corte no período de 1994 à 2010 e os resultados dos ensaios sorológicos eram interpretados conforme literatura, assim, em um teste de HI com 4 UHA (unidades hemaglutinantes), titulações abaixo de 1/8 são consideradas negativas e acima de 1/16 são suspeitas em animais sem vacinação, havendo a necessidade de realizar exames complementares através do isolamento viral, conforme é descrito no PNSA (Plano Nacional de Sanidade Avícola).

O objetivo geral desta pesquisa foi estabelecer critérios de maior precisão para a interpretação dos resultados de diagnóstico sorológico através do teste HI (inibição da hemaglutinação) por meio de técnicas de geoprocessamento, métodos estatísticos e geoestatísticos, aplicados sobre os resultados dos ensaios sorológicos realizados através de monitorias feitas estado de Santa Catarina no período de 2000 a 2010.

Os objetivos específicos foram:

- Realizar um estudo retrospectivo do monitoramento sorológico para a Doença de Newcastle pelo teste de HI, no período de 2000 à 2010, no estado de Santa Catarina.
- Espacializar os resultados dos ensaios sorológicos realizados no período de 11 anos, através de técnicas de geoprocessamento e relacionar as distâncias entre granjas reprodutoras e unidades de produção de frangos de corte.
- Realizar análise estatística sobre as médias geométricas dos títulos (GMT), utilizando a técnica de séries temporais, no período de 2001 à 2010.
- Avaliar a existência de dependência espacial dos títulos sorológicos através de análises geoestatísticas
- Aferir os índices de mortalidade dos lotes de frangos de corte, considerando os fatores indicativos para a colheita de material para a vigilância da Doença de Newcastle.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Doença de Newcastle

Em um contexto socioeconômico, conforme descrito por Albino e Tavernari (2008), a avicultura brasileira apresenta um movimento global de bilhões de dólares por ano, tendo como principal benefício interno a geração de empregos diretos e indiretos, auxiliando na fixação do homem no campo.

Conforme descrito por Giotto (2009), juntamente com o grande desenvolvimento do setor avícola brasileiro nos últimos anos, problemas de ordem sanitária podem surgir, comprometendo o sucesso do empreendimento e, um dos desafios que vem de encontro à produção é a Doença de Newcastle (DNC), considerada grande ameaça à produção brasileira, pois é uma enfermidade de notificação obrigatória, que culmina no sacrifício de todas as aves afetadas. O mesmo autor ainda ressalta que um surto desta doença nos dias atuais acarretaria sérios problemas à economia, afetando desde o pequeno produtor rural até as grandes agroindústrias.

A DNC é uma doença altamente contagiosa e aguda, tendo como agente etiológico o *paramyxovirus*, o qual se encontra difundido de forma ampla no ambiente, afetando diferentes espécies de aves e, as criações em grandes densidades são as mais susceptíveis (ALBINO E TAVERNARI, 2008). Ainda sim, conforme Arnes et al (2007), esta doença é um dos principais problemas sanitários da avicultura mundial, pois, além de ser altamente contagiosa, produz sinais respiratórios, acompanhados de manifestações nervosas, diarreia, edema de cabeça, cursando com alta morbidade e mortalidade.

O MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), declarou em 2003 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 Distrito Federal livres da DNC, com vacinação (BRASIL, 2003).

A OIE (Organização Internacional de Saúde Animal) estabelece obrigatoriedade de notificação em casos de suspeita e, em casos de diagnóstico positivo, medidas



severas de contenção e erradicação devem ser tomadas. Devido a isto, o MAPA estabeleceu em 2007 o Plano de Contingência para a Influenza Aviária e Doença de Newcastle (BRASIL, 2007), adequando normas e procedimentos na prevenção destas enfermidades, tendo como referência as recomendações da OIE.

De forma resumida, o Plano de Contingência para a Influenza Aviária e Doença de Newcastle (BRASIL, 2007), determina normas de procedimentos à suspeitas e medidas de contenção, sendo elas a notificação da suspeita, atendimento a notificação, visita a propriedade, colheita de material, investigação epidemiológica e sacrifício preventivo das aves suspeitas. Diante da confirmação da doença por laboratório credenciado pelo MAPA, ações de emergência sanitária devem ser implementadas, nas zonas de proteção e vigilância ao redor do foco, como apresenta a figura 1.



**Figura 1:** Divisão da área afetada em zonas de proteção e vigilância a partir do foco. (BRASIL, 2007).

Tais medidas se fizeram necessárias devido a rápida disseminação da doença, uma vez que, conforme Alexander (1995), Silva (2006) e Back (2004), essa rápida transmissão e disseminação no ambiente ocorre devido a fatores simples, como o ar, movimento de pássaros selvagens, pessoas, equipamentos e veículos.

Giotto (2009), em revisão de literatura sobre a DNC, descreve de forma detalhada a patogenicidade da doença mediante as diferentes cepas do *paramyxovirus*, bem como a rápida transmissão e disseminação entre unidades de produção de frangos de corte. Esta disseminação foi apresentada através de um estudo de simulação da disseminação da doença em uma grande área de produção avícola. Neste estudo, os resultados obtidos demonstraram que, uma granja infectada é capaz de contaminar 1,51 granjas próximas (resultado obtido através da extração da taxa reprodutiva básica), somente levando em consideração o trânsito de veículos entre as empresas integradoras e as unidades de produção de frangos de corte.

### 2.1.1 Técnicas de diagnóstico para a Doença de Newcastle

Levando em consideração o foco da pesquisa, as técnicas de diagnóstico foram mais detalhadas, sendo que uma ampla variedade de testes pode ser usada para detectar anticorpos para o vírus da Doença de Newcastle em soros de aves. Para diagnóstico sorológico são utilizados testes baseados em neutralização ou reações de ELISA. Atualmente, o teste de Inibição da Hemaglutinação (HI) é o mais usado no mundo e reconhecido pelos órgãos internacionais. (ALEXANDER, 2009).

Em áreas onde não se utilizam programas de vacinação ou onde a Doença de Newcastle está erradicada, podem ser utilizados diagnósticos sorológicos, que, conforme Paulillo e Doretto Junior (2009), dificilmente reações positivas serão inespecíficas, porém os resultados positivos podem não indicar a doença e sim infecção com o vírus da doença.

Ainda, Paulillo e Doretto Junior (2009), afirmam que a sorologia está relacionada com a avaliação do estado imune das aves que tiveram contato com o VDN, seja ele vacinal ou patogênico. Até o momento, o teste de HI (inibição da hemaglutinação) é o mais utilizado em monitoramentos, sendo que em um teste de HI pode ser considerado positivo se apresentar título a partir de 1:16 contra 4 unidades hemaglutinantes (UHA).

O diagnóstico da doença também pode ser realizado pela inoculação de macerados de órgãos de aves suspeitas em ovos embrionados ou por testes moleculares, como RT-PCR. 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* patogenicidade. (BRASIL, 2007),

O teste *in vivo* em pintinhos, chamado de índice de patogenicidade intracerebral (IPIC), conforme Arnes 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 pintinhos 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.

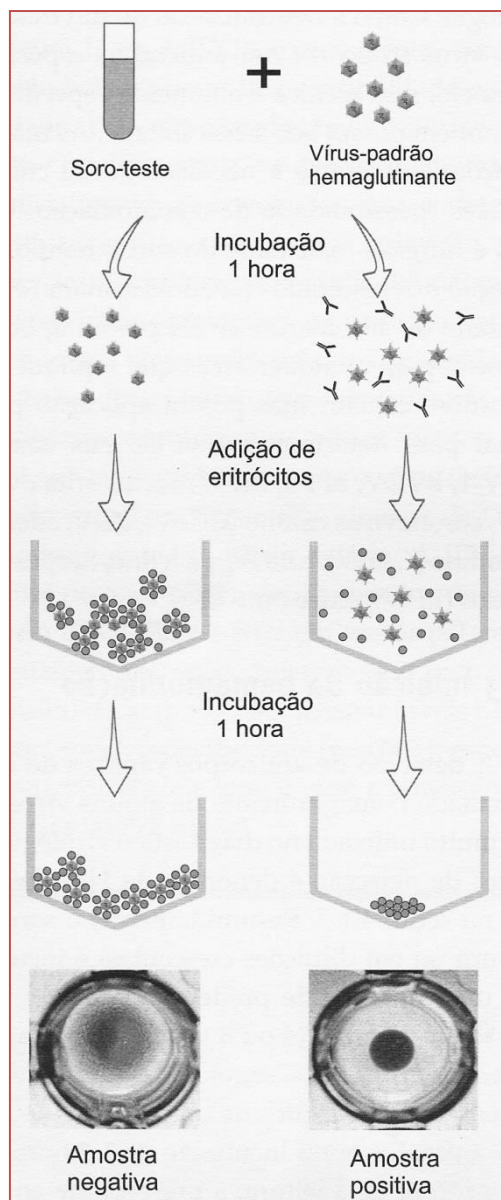
#### 2.1.1.1 Teste de Inibição da Hemaglutinação (HI)

Segundo Soares (2001), inúmeras técnicas tem sido utilizada para a detecção de antígenos ou anticorpos. A maioria das provas sorológicas baseia-se na interação antígeno-anticorpo, e estas podem ser classificadas de acordo com a quantidade de moléculas que interagem e a forma como se observa tal interação. Quando, em uma reação, ocorre a interação de grandes quantidades de moléculas de antígenos com anticorpos, sendo possível a observação dessa interação a olho desarmado, está-se diante de uma macrotécnica, como reações de precipitação, aglutinação, congutinação, imunodifusão e hemaglutinação (SOARES, 2001). O mesmo autor, ainda descreve que,

uma das características dessas interações antígeno-anticorpo é a capacidade precipitante desses complexos quando combinados em proporções equivalentes em uma solução.

“ alguns vírus possuem a capacidade de se ligar a moléculas da membrana plasmática de eritrócitos de determinadas espécies de animais e provocam a sua aglutinação. Essa atividade, denominada de hemaglutinação (HA) pode ser utilizada como indicador da presença desse vírus em amostras clínicas. A hemaglutinação é o resultado da ligação de glicoproteínas da superfície dos vírions, denominadas hemaglutininas, com receptores da superfície dos eritrócitos. Os vírus que possuem essa atividade são chamados hemaglutinantes... Essa propriedade também é utilizada para pesquisa de anticorpos capazes de inibir a hemaglutinação, na técnica sorológica chamada Inibição da Hemaglutinação (HI)”. (FLORES,2007)

A figura 1 apresenta o teste de HI para demonstração de vírus hemaglutinantes em amostras clínicas.



**Figura 2:** HI para demonstração de vírus hemaglutinantes em amostras clínicas.  
Fonte: Flores, 2007

Para a maioria de soros aviários, um título positivo em HI pode ser considerado 1/16 se 4 UHA forem utilizadas e 1/8 se 8 UHA forem utilizadas em aves não vacinadas. A sorologia positiva e os sinais clínicos podem ser considerados forte evidência diagnóstica da doença. (ALEXANDER, 2009). O mesmo autor ainda diz que a sorologia de lotes vacinados pode indicar uma resposta resultante a um desafio, mas a interpretação de títulos elevados necessita de grande cuidado.

## 2.2 Biosseguridade em granjas de matrizes

Conforme Sesti (2004), o crescimento mundial e a modernização da indústria avícola nas últimas duas décadas deixou evidente a necessidade de uma atenção mais detalhada em relação aos plantéis avícolas. O crescimento da indústria está baseado em um grande aumento no tamanho dos sistemas de produção com consequente aumento na densidade animal em uma determinada área geográfica. A avicultura brasileira, segundo Berchieri Junior e Macari (2000), caracteriza-se pela contínua agregação de tecnologias, contribuindo para os altos índices de produtividade. Sendo assim, a biosseguridade hoje é um dos fatores vitais para o bom desempenho da avicultura industrial (Bento, et al, ano).

Albino e Tavernari (2008) e Bordin (2011) conceituam o termo biosseguridade como um conjunto de práticas de manejo que tem como objetivo reduzir o risco de entrada e disseminação de patógenos em uma unidade de produção, sendo todas as ações que visam a sanidade do plantel. Bordin (2011), ainda afirma que um programa de biosseguridade deve ter objetivos claros, envolvendo todas as pessoas de uma empresa e permitir o conhecimento dos ciclos biológicos dos agentes patogênicos e seus vetores.

Um dos princípios da biosseguridade é o zoneamento. Todo estabelecimento avícola deve estar delimitado de forma a deixar claro quais os limites físicos a serem respeitados, como descreve a Instrução Normativa número 4, de 30 de dezembro de 1998 (BRASIL, 1998), a qual estabelece as distâncias mínimas a serem mantidas entre estabelecimentos avícolas, demonstradas na tabela 1.

**Tabela 1:** Distâncias mínimas a ser mantidas entre estabelecimentos avícolas

<b>Estabelecimento</b>	<b>Distância mínima (metros)</b>
Entre granjas e abatedouro	5000
Entre bisaovozeiros e avozeiros	5000
Entre matrizeiros	3000
Entre núcleos e limites periféricos da propriedade	100
Entre núcleo e estrada vicinal	500
Entre núcleos de diferentes idades	500
Entre recria a produção	500

Fonte: IN nº 4, 3º de dezembro 1998, MAPA

Segundo Jaenisch (2011), o isolamento das instalações compreendem aspectos macro e micro. O macro isolamento corresponde a localização geográfica, presença de barreiras sanitárias (reflorestamento, mato ou cercas vivas entre as UPS) que funcionam como um filtro natural. Já o micro isolamento corresponde aos cuidados dentro da granja, como restrição e monitorias de visitas, delimitação da área limpa (área a qual fornece acesso aos núcleos, vestiários, portões para transporte de ração, aves e equipamentos) e área suja (região externa da granja e o acesso de saída dos núcleos, pela qual se procede a retirada das camas e aves de cada núcleo).

### 3.2.1 Vacinações e monitoramento sorológico

Conforme Bordin (2011), o controle de doenças deve ser baseado em uma higiene rigorosa das instalações e um programa de vacinação adequado, que deve ser implementado após análise criteriosa da região geográfica, proximidade de outras granjas e histórico de doenças. Albino et al (2005), relata que os programas de vacinação devem ser estabelecidos de acordo com as circunstâncias locais, e que a boa combinação entre um programa de vacinação específico com um efetivo programa de

biosseguridade, o plantel reduzirá significativamente o risco de introdução de um agente infeccioso.

As técnicas para a imunização de matrizes devem ser estabelecidas com base nos resultados de monitoramento sorológico do plantel e resultados da avaliação da própria performance do desempenho de sua progênie (JAENISH, 2011). O mesmo autor ainda diz que, o controle sorológico de um plantel tem por objetivo determinar os níveis de imunidade materna, determinar imunocompetência, avaliar e reajustar o programa de vacinação, diagnosticar surtos de doenças e avaliar a biosseguridade da granja.

### **2.3 Geoprocessamento**

Barcelos e Ramalho (2002) definem o geoprocessamento como um conjunto de ferramentas necessárias para manipular informações espacialmente referidas. Neto (2003) ressalva que a meta essencial do geoprocessamento é fornecer suporte ao ser humano, auxiliando-o durante o processo de tomada de decisões com ênfase a solução de problemas.

De acordo com pesquisas realizadas por Durr e Gatrell (2004), o geoprocessamento pode ser utilizado como uma ferramenta para análises espaciais nas diferentes áreas das ciências veterinárias e saúde pública, tais como sistemas de informações geográficas (SIGs) na saúde humana e epidemiologia espacial aplicada a doenças animais.

Os SIGs, os quais são ferramentas essenciais para estudos espaciais são tecnologias para a investigação de diversos fenômenos, os quais capturam, armazenam, atualizam, manipulam, analisam e apresentam todas as informações referenciadas geograficamente (CALIJURI e ROHM, 1994). Os principais componentes de um SIG incluem o espaço e as relações espaciais, o tempo e o modelo matemático que descreve o fenômeno (PEDROSA e CAMARA, 2002).

Kofer et al (2003), descreve que os SIGs são uma inovação tecnológica para a análise de dados espaciais em epidemiologia veterinária, atualmente utilizados em



grande escala para estudos de processos espaciais e informação temporal sobre casos e surtos de doenças, auxiliando na implementação de controle adequados. Norstrom (2001), também diz que, os SIGs podem ser usados para produzir mapas de incidência de doenças, prevalência e mortalidade em regiões específicas ou países, ressaltando ainda, ser uma excelente ferramenta em casos de surtos de doenças infecciosas.

Para Kayser (2006), a produção de informações georreferenciadas em relação a biosseguridade avícola é de vital importância, pois em um curto espaço de tempo é possível, a partir de um foco de uma doença específica e utilizando um determinado raio de pesquisa, tomar as medidas profiláticas cabíveis para controle e erradicação. Marcolin (2007), conclui que o geoprocessamento aplicado na indústria avícola oportuniza demonstrar com transparência e agilidade o sistema de biosseguridade utilizado na avicultura brasileira.

## **2.4 Geoestatística**

Segundo Flores (2000), um conjunto de medidas e observações tomadas em pontos cuja posição no espaço se especifica, constituem uma série de dados espaciais georreferenciados. A posição à referência geográfica, associada a cada observação se considera uma informação relevante para a descrição e análise da população em estudo.

Vieira (2012) conceitua a geoestatística como um ramo da estatística que utiliza variáveis regionalizadas na avaliação da variabilidade espacial, podendo se estimar o valor de uma propriedade para um local onde não foi medida, utilizando uma função de correlação espacial entre os dados, sem viés e com variância mínima. Andriotti (2003) também define a geoestatística como uma ciência que trata as variáveis como regionalizadas, dando importância às relações espaciais existentes entre as observações que compõe uma amostra. O mesmo autor ainda diz que a geoestatística não faz todo tratamento de dados de forma integrada, sendo necessário, no fim de cada etapa, selecionar e interpretar, pois ele não cria dados, trata apenas a informação disponível.

Para Grego e Oliveira (2012), a geoestatística é uma ferramenta utilizada para a caracterização da dispersão espacial das grandezas que definem a quantidade e a

qualidade dos recursos naturais e outros fenômenos espaciais em que os atributos manifestem certa estrutura no espaço ou no tempo.

A variável regionalizada é uma função numérica que varia de um local para outro, com uma continuidade aparente e cuja variação é representada por uma função matemática estudada pela semivariância em função da distância (GREGO e OLIVEIRA, 2012). Os mesmos autores também relatam que, os pesos das variáveis regionalizadas são determinados a partir de uma análise espacial, baseado no semivariograma. Produz um modelo de superfície, medições de exatidão e acurácia da superfície modelada: krigagem.

Os objetivos de uma análise geoestatística são a precisão científica no mapeamento e averiguar a existência de dependência espacial nos dados calculados (GREGO e OLIVEIRA, 2012). Vieira (2012) também destaca que a geoestatística serve para avaliar a dependência espacial, utilizar esta dependência para interpolar valores para locais medidos, providenciar informações para construir mapas e desenhar amostragem em função da variabilidade espacial.

Conforme ainda Grego e Oliveira (2012), a variabilidade espacial consiste em medições em locais diferentes que podem possuir valores diferentes, onde vizinhos mais próximos são mais parecidos do que os mais distantes para qualquer que seja o tamanho da área amostrada.

Um estudo geoestatístico necessita apenas de coordenadas cartesianas, hipótese intrínseca, semivariograma com patamar e semelhança entre vizinhos (VIEIRA, 2012). Em relação a hipótese intrínseca, Grego e Oliveira (2012), afirmam que tal hipótese parte de que, dados vizinhos são mais parecidos que os distantes e que tudo depende da intensidade de amostragem e escala de trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, L.F.T.; TAVERNARI, F.C. **Produção e manejo de frangos de corte**. Série Didática. Ed. UFV, Viçosa, MG, 2008. 88p

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

ANDRIOTTI, J.L.S. **Fundamentos de estatística e geoestatística**. Ed. Unisinos. São Leopoldo, RS, 2003. 165 p.

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

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

BARCELLOS, C.; RAMALHO, W. Situação atual do geoprocessamento e da análise de dados espaciais em saúde no Brasil. **Informática Pública**, v. 4, n. 2., 2002, p. 221-230.

BERCHIERI JUNIOR, A; MACARI, M. **Doenças das Aves**. Campinas. Facta. 2000.

BENTO, M.A.T. et al. Biossegurança: Prevenção de doenças na avicultura industrial. III SEPAVET – Semana de patologia aviária. II Simpósio de patologia veterinária do centro oeste paulista. FAMED. **Anais...** Disponível em: [revista.inf.br/veterinaria05/anais/artigo07.pdf](http://revista.inf.br/veterinaria05/anais/artigo07.pdf). Acesso em: 10 de setembro de 2011

BORDIN, R.A. et al. Biosseguridade aplicada nas granjas de suínos e aves. **Revista de Ciências Veterinárias**. Disponível em: <http://sareunianhanguera.edu.br/index.php/rencs/article/viewFile/335/336>. Acesso em: 10 de setembro de 2011

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.

\_\_\_\_\_: **Programa nacional de sanidade avícola**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de defesa animal. Coordenação de vigilância e programas sanitários. Novembro, 2002. Atualizado.

\_\_\_\_\_: **Instrução Normativa nº 4**. 30 de dezembro de 1998.

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

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

FLORES, E.F. **Virologia veterinária**. Ed. da UFSM, 2007. 888p.

FLORES, L.A. **Estadística espacial**. Apostila didática. Universidad Politecnica Madrid, 2000. 306p.

GIOTTO, D.B. 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**. UFRGS. Porto Alegre, 2009. 88.p.

GREGO, C.R.; OLIVEIRA, R.P. **Curso básico de geostatística utilizando o VESPER**. Material didático. São Paulo, 2012.

JAENISCH, F.R.F. **Biossegurança em plantéis de matrizes de corte**. Disponível em: <http://bichoonline.com.br/artigos/emprapave0004.htm>. Acesso: 10 de setembro de 2011

KAYSER, L.P. **A produção de informações georreferenciadas na cadeia avícola do Rio Grande do Sul**. Dissertação (Mestrado em Geomática). Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS. 2006. 74p.

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.

MARCOLIN, S. D. Georreferenciamento aplicado à avicultura. In:\_\_\_\_\_. CONFERÊNCIA APINCO 2007. **Anais...** São Paulo, 2007. p. 137- 142.

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.

OIE. **Organização Internacional de Saúde Animal**. Disponível em: [www.oie.int/](http://www.oie.int/). Acesso em dezembro de 2012.

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.

SESTI, L. Biosseguridade em avicultura: controle integrado de doenças. In:\_\_\_\_\_. Simpósio goiano de avicultura. **Anais...** Goiânia, GO, 2004. 25p.

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

SOARES, C.O. Princípios , padronização e validação de provas sorológicas. In:\_\_\_\_\_. MADRUGA, C.F.; ARAUJO, F.R.; SOARES, C.O. **Imunodiagnóstico em medicina veterinária**. Campo Grande. Embrapade gado de corte, 2001. P. 145-175

UBABEF. União Brasileira de Avicultura. **Relatório anual Ubabef 2012**. Disponível em: [www.abef.com.br/ubabefnovo/publicacoes\\_relatoriosanuais.php](http://www.abef.com.br/ubabefnovo/publicacoes_relatoriosanuais.php). Acesso em: dezembro de 2012.

VIEIRA, S.R. **Importância da geoestatística na agricultura de precisão**. CNPTIA, 2012.

## **CAPÍTULO I**

### **MONITORAMENTO SOROLÓGICO PARA A DOENÇA DE NEWCASTLE ATRAVÉS DE TESTE DE INIBIÇÃO DA HEMAGLUTINAÇÃO (HI): ESTUDO DE CASO**

## **Monitoramento sorológico para a Doença de Newcastle através de teste de inibição da hemaglutinação (HI): estudo de caso<sup>1</sup>**

Diana Bertani Giotto<sup>2</sup>

**RESUMO** – O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo retrospectivo do monitoramento sorológico para a Doença de Newcastle, relacionando as distâncias entre granjas de aves vacinadas e não vacinadas no estado de Santa Catarina, Brasil. Este estudo foi desenvolvido com dados de monitoria sorológica através de teste de HI – Inibição da Hemaglutinação, no estado de Santa Catarina, Brasil, no período de 2000 a 2010 (cedidas pela CIDASC- Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina), sendo que foram repassados 14.146 resultados de sorologia. Foram desenvolvidos bancos de dados relacionais e espaciais (SIG,) contendo resultados das monitorias sorológicas de cada lote, as coordenadas geográficas de cada unidade de produção monitorada, bem como a localização espacial das granjas reprodutoras. Esta metodologia oportunizou a elaboração de mapas de superfície, pontuando especialmente todas as granjas de matrizes e as unidades de produção de frangos de corte, permitindo assim, correlacionar o espaço com os respectivos monitoramentos. Os resultados obtidos demonstraram que as granjas de frangos de corte existentes no raio de 3km de estudo a partir de um matrizeiro, não apresentaram títulos sorologia elevados nos 11 anos de estudo, sendo este um indicativo que as medidas de biossegurança adotadas pelas empresas avícolas localizadas são eficientes, não havendo indícios de que o vírus vacinal circule fora destas granjas.

**Palavras chave:** Doença de Newcastle (DNC), Inibição da Hemaglutinação (HI), escape viral vacinal, monitoramento sorológico, sistemas de informações geográficas (SIG).

---

<sup>1</sup> Parte da Tese de doutorado da primeira autora

<sup>2</sup> Médica Veterinária, MsC., Professora do Colégio Agrícola de Frederico Westphalen (CAFW/UFSM), Doutoranda do PPGCV/UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. Email: dbertani@hotmail.com

## **Serological monitoring for Newcastle Disease through haemagglutination inhibition (HI): a case study**

**ABSTRACT-** The aim of this study was a retrospective study of serological monitoring for Newcastle Disease, relating the distances between poultry vaccinated farms and poultry unvaccinated farms in the State of Santa Catarina, Brazil. This study was developed with data of serologic monitoring by HI test ( haemagglutination inhibition), in the State of Santa Catarina, Brazil, in the period from 2000 to 2010, being that samples of 14,146 poultry batches were collected in this period and passed for this study by CIDASC ( Integrated Agricultural Development Company of Santa Catarina). For this research, it was developed a relational database and a spacial database that have the results of: serologic monitoring of each batches; geographic coordinates of each poultry monitored farm , and spacial location of reproduction farms. This methodology created opportunities of the elaboration of surface maps, spacially localizing all the reproduction farms and poultry farms, thereby correlating the space with the respective monitoring results. The results showed that the poultry farms exist in 3 Km radius of study from a reproduction farms, showed no elevated serology titres in 11 years, this being an indication that the biosecurity measures adopted by poultry companies that are located in the region are efficient. There is no evidence that the vaccine virus circulate outside these farms.

**Keywords:** Newcastle Disease (ND), the haemagglutination inhibition (HI), serologic monitoring, geographic information systems (GIS).



## INTRODUÇÃO

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 (Organização Internacional de Epizootias) 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).

Atualmente, três estratégias de vacinação têm sido utilizadas: imunização com vírus atenuado, infecção com vírus manipulado para a indução da doença suave e infecção com vírus naturalmente suave (PAULILLO E DORETTO JUNIOR, 2009). O plantel avícola do estado de Santa Catarina recebe vacinação para a Doença de Newcastle em aves reprodutoras e de postura, sendo que os frangos de corte não recebem nenhum tipo de imunização ativa. Tal medida é justificada, uma vez há transferência de anticorpos maternos no período de embriogênese, onde, conforme Alexander (2008), a meia vida de anticorpos maternos é de 4 a 5 dias após a eclosão do pintinho.

O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo de caso, avaliando se a proximidade de granjas de matrizes e unidades de produção de frangos de corte exerce influencia sobre os resultados de monitoramento sorológico de frangos de corte, pelo teste de HI (Inibição da Hemaglutinação, ou seja, se as unidades de produção de frangos de corte mais próximas a granjas de matrizes possuem títulos de anticorpos mais elevados.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido mediante informações cedidas pela a CIDASC (Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina), em Santa Catarina. As informações dizem respeito ao monitoramento sorológico para a Doença de Newcastle no período de 01/01/2000 a 09/09/2010. Durante este período, soros de 14.146 lotes de frangos de corte foram coletados em abatedouros, com média de 20 amostras por lote. Todos os dados de sorologia de frangos de corte eram provenientes de abatedouros com SIF (Serviço de Inspeção Federal).

As informações foram repassadas em planilhas no formato excel, com os seguintes elementos: Nome do produtor, número do protocolo (constando o ano de coleta do material) idade do lote, tamanho do lote, índice de mortalidade, idade das matrizes, títulos obtidos no teste de HI de todos os soros coletados em cada lote, média, desvio padrão e coeficiente de variação de cada lote e a GMT (média geométrica do lote). Os materiais utilizados para o tratamento destas informações foram mapas georreferenciados de superfície (*shapes*) do estado de Santa Catarina, coordenadas geográficas das unidades de produção de frangos de corte, matrizeiros e granjas de subsistência. Para análise espacial foi utilizado o Aplicativo GeoAves, sendo este um Sistema de Informações Geográficas (SIG).

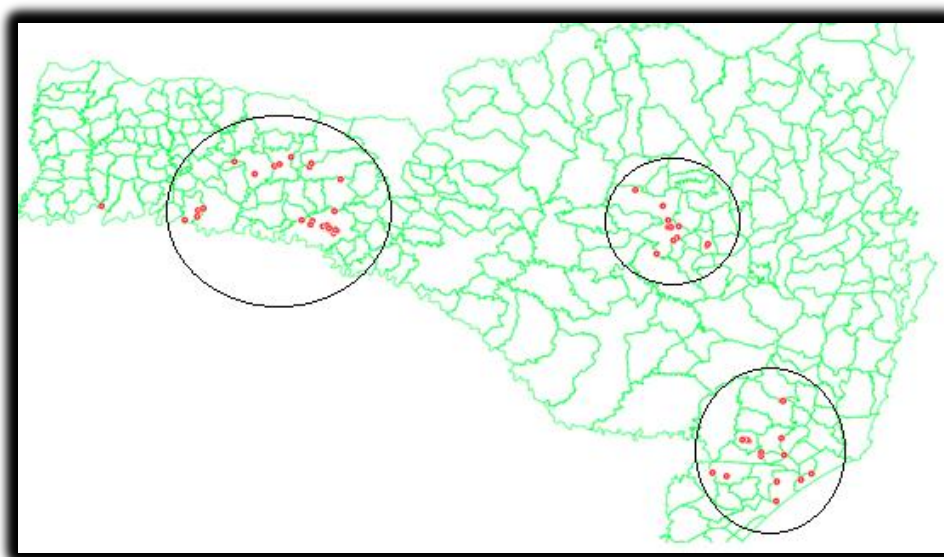
Com estas ferramentas desenvolvido um banco de dados relacional, transformando as informações em dados que pudessem ser correlacionados para análise, criando o banco de dados GEODSA\_SC e após, realizou-se uma busca nominal de cada produtor e sua coordenada geográfica (banco de dados da CIDASC). Mediante isto, foram gerados mapas de superfície georreferenciados (*shapes*) do estado de Santa Catarina com a localização espacial de todos os matrizeiros e unidades de produção de frangos de corte, possibilitando avaliar as distâncias dos matrizeiros com as unidades de produção de frango de corte mais próximas.

O Plano de Contingência para a Influenza Aviária e Doença de Newcastle, define que, diante de um suposto foco da doença, deve-se estabelecer uma zona de proteção em um raio de 3 km da granja afetada e uma zona de vigilância de 7 km (BRASIL, 2007). Ainda sim, a Instrução Normativa nº 4 de 1998, delimita um

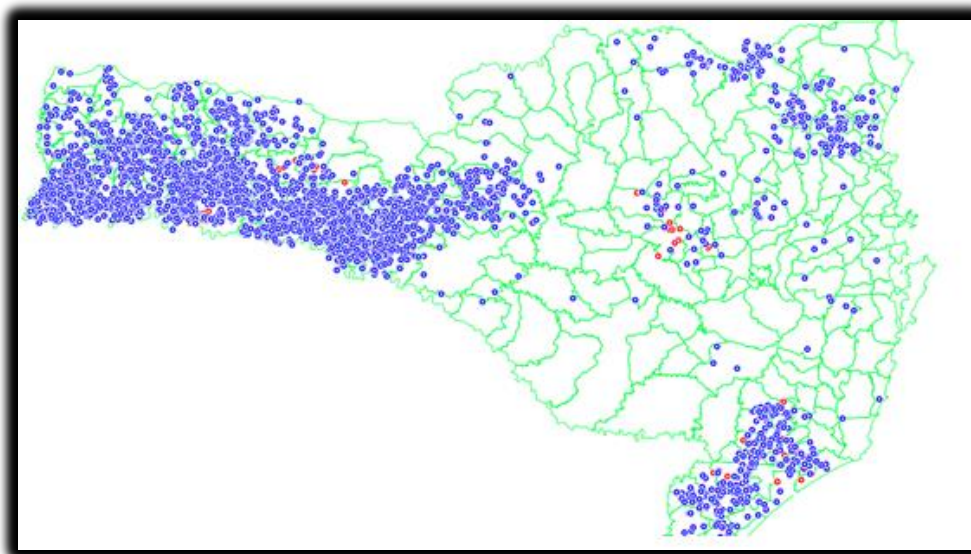
afastamento entre matrizeiros de no mínimo 3 km. Tendo como base a legislação vigente, foi designado um raio de pesquisa de 3 km a partir do matrizeiros, onde foi relacionada à quantidade de propriedades de substâncias e unidades de produção industrial de frangos de corte que se encontram nessa distância, correlacionando com o número de unidades de produção de frangos de corte amostradas, com seus resultados de monitoramento sorológico pelo teste de inibição da hemaglutinação – HI.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Espacialmente, foram localizados 77 matrizeiros, orientados em três grupos: região oeste, centro e sul, como apresenta a figura 1. Dos 14.146 lotes com monitoramento sorológico, foi possível localizar as coordenadas geográficas e espacializar 10.220 unidades de produção, permanecendo com uma amostra representativa de 72,2%, os quais são apresentados na figura 2. Em função da intensidade de produção de frangos de corte, e localização das principais empresas avícolas atuantes no período, a maioria das amostras foi oriunda da região oeste catarinense.



**Figura 1:** Localização espacial das granjas de matrizes no estado de Santa Catarina, Brasil.



**Figura 2:** Espacialização das unidades de produção de frangos de corte com monitoria sorológica no período de 2000 a 2010 no estado de Santa Catarina, Brasil.

No estudo de um raio de três quilômetros a partir granjas com vacinação, foi estimado o número de propriedades existentes na região. Entre todos matrizeiros, a média de propriedades de subsistência existentes foi de aproximadamente 19 propriedades por matrizeiro, e a média de produtores de frangos de corte foi de aproximadamente 7 (Apêndice A). Tal resultado aponta a possibilidade de que, avicultores de frangos de corte tenham seus títulos de monitoria sorológica alterada em função da proximidade das granjas, assim como a entrada de patógenos nas granjas de matrizes, sem levar em consideração, neste momento, as medidas de biosseguridade adotadas pelas empresas, sendo estas imprescindíveis para manter o status sanitário das granjas livres de qualquer doença.

Em discussão as medidas de biosseguridade adotadas atualmente em granjas de aves reprodutoras, postura e frangos de corte o zoneamento é uma das medidas básicas adotadas, e conforme Jaenich (2004), o isolamento das instalações é um fator determinante para o bom desempenho do plantel. Ainda, o mesmo autor ressalta que este isolamento compreende aspectos macro e micro, sendo que o macro isolamento corresponde a localização geográfica, presença de barreiras sanitárias (reflorestamento, mato, cercas vivas entre as unidades de produção), que funcionam como um filtro natural.

Em análise mais criteriosa, foram avaliados o número de lotes de frangos que tiveram monitorias sorológicas no raio de três quilômetros próximos aos matrizeiros, sendo evidenciado que durante os 11 anos de estudo, 2,5% das amostras estavam localizadas nesta área, com uma média de 32,2 lotes por ano, como expressa a tabela 1. Tal resultado é justificado, uma vez que as amostras eram coletadas de forma aleatória nos abatedouros, e conforme Fletcher (1996), a alocação aleatória ou randomização é preferível em monitorias epidemiológicas, evitando a tendenciosidade.

**Tabela 1:** Número de lotes com monitoria sorológica entre os anos de 2000 a 2010, em um raio de pesquisa de 3km a partir matrizeiros próximos.

<b>Ano</b>	<b>Lotes com monitoramento sorológico</b>
2000	47
2001	21
2002	64
2003	67
2004	29
2005	29
2006	18
2007	42
2008	19
2009	9
2010	9
<b>Média</b>	32,2
<b>Desvio padrão</b>	20,33

Em análise a todos os resultados de monitoramento, dos títulos amostrados permaneceram ao longo dos anos, praticamente constantes, variando entre 1/2, 1/4 e 1/8 (com 4 unidades hemaglutinantes no teste de HI), havendo algumas exceções. Este resultado aponta que, mesmo com a proximidade de granjas de subsistência e aviários de produção comercial, o sistema de biosseguridade implantado nas granjas de matrizes apresentou-se eficiente, uma vez que não houve indicativo de alteração de anticorpos nas monitorias sorológicas realizadas nos lotes de frangos de corte.

No período amostral, alguns lotes apresentaram amostras com títulos entre 1/16 e 1/64, ocorrendo estes entre os anos de 2000 a 2007, mas avaliando a média geométrica dos títulos (GMT), todos apresentaram índices  $<$  ou  $=$  4 e a maioria destes lotes apresentaram somente um soro com titulação acima do esperado. Diante da

especialização das unidades de produção, observou-se que nas concentrações de matrizeiros na região central e sul do estado, nenhum teste sorológico apresentou títulos acima de 1/8. Já na região oeste de Santa Catarina, houveram amostras com sorologia acima de 1/8 e na região norte, houve três casos aleatórios, em local onde não há existência de nenhum matrizeiro georreferenciado.

Realizada a estimativa da distância das unidades de produção com títulos entre 1/16 e 1/64 na região oeste, aos matrizeiros mais próximos, a distância mínima foi de 1.200 metros, a máxima de 47.225 metros, com média de 18.073 metros, desvio padrão de 13.789 e coeficiente de variação de 72%, o qual é caracterizado como de alta dispersão, segundo Spigel (1974).

As monitorias sorológicas que apresentaram títulos acima de 1/8 em amostras, não apresentam nenhuma relação com a proximidade de matrizeiros (no raio de 3 km), dessa forma, algum fator externo pode ter influenciado o aumento de títulos, e não uma replicação viral proveniente de granjas vacinadas, tais fatores externos poderiam ser granjas de postura comercial, as quais não foram incluídas neste trabalho. Desta forma, pode-se observar que a proximidade entre granjas que recebem vacinação para DNC e as que não recebem, não apresentaram alteração nos níveis de anticorpos das granjas não vacinadas.

## **CONCLUSÕES**

Diante das informações repassadas para o desenvolvimento deste trabalho e a metodologia utilizada para o estudo, pode-se considerar que as granjas de matrizes, as quais recebem vacinação para a Doença de Newcastle, não exercem influência sobre as unidades de produção de frangos de corte em um raio estipulado de 3 km. Isto é um indicativo que as medidas de biosseguridade adotadas pelas empresas avícolas localizadas no estado de Santa Catarina são eficientes, não dando indícios de que o vírus vacinal circule fora destas granjas. Análises geoestatísticas poderão fazer um estudo mais aprofundado sobre estas amostras, em observação a dependência espacial destes títulos sorológicos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDER, D.J. Doença de Newcastle. In:\_\_\_\_\_. REVOLLEDO, L.; FERREIRA, A.J.P. **Patologia aviária**. Barueri, SP. Manole. 2008 P.219-228

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

**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 4**. 30 de dezembro de 1998.

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

JAENISCH, F.R.F. **Biossegurança em plantéis de matrizes de corte**. Disponível em: <http://bichoonline.com.br/artigos/emrapave0004.htm>. Acesso: 10 de setembro de 2011.

OIE. **Organização Internacional de Epizootias**. Disease Information. 2006. v.19, n 17.

SPIEGEL, M. R. **Estatística: Resumo da Teoria**. Editora McGraw-Hill do Brasil, São Paulo. 1974, 580p

## **CAPITULO II**

**ANÁLISE DE RESULTADOS DE MONITORAMENTO SOROLÓGICO PARA  
A DOENÇA DE NEWCASTLE NO ESTADO DE SANTA CATARINA  
ATRAVÉS DAS MÉDIAS GEOMÉTICAS DOS TÍTULOS (GMT) OBTIDAS  
POR TESTES DE INIBIÇÃO DA HEMAGLUTINAÇÃO (HI)**



**Análise de resultados de monitoramento sorológico para a Doença de Newcastle no estado de Santa Catarina através das médias geométricas dos títulos (GMT) obtidas por testes de inibição da hemaglutinação (HI)<sup>3</sup>**

Diana Bertani Giotto<sup>4</sup>

**RESUMO** – Este trabalho teve como objetivo realizar um estudo espacial e temporal sobre as médias geométricas dos títulos de anticorpos (GMT) de lotes de com monitorias sorológicas para doença de Newcastle em frangos de corte através do teste de inibição da hemaglutinação (HI) no estado de Santa Catarina no período de 2001 a 2010, sendo que 11941 lotes foram amostrados. Para a análise espacial foi utilizado um SIG (sistema de informações geográficas), inserindo as coordenadas geográficas das granjas de matrizes, 10220 lotes e seus respectivos GMT. Mapas de superfície foram gerados e três grandes regiões de matrizeiros no estado foram localizadas, juntamente com os lotes de frangos de corte que tiveram monitoria sorológica nestas proximidades. Três grandes raios de pesquisa em torno de cada agrupamento de matrizeiros foram abertos, aferindo o GMT mínimo e máximo nestas regiões. Após, estas amostras foram submetidas à análises estatísticas de series temporais, estimando a variabilidade dos dados e o comportamento dos GMTs ao longo do tempo. Os resultados obtidos demonstraram que, na região oeste, em um raio de pesquisa de 12 mil metros o GMT mínimo foi de 1 e o GMT máximo foi de 4,14. Na região central, em um raio de estudo de 23 mil metros, o GMT mínimo das granjas de frangos de corte localizadas na área foi de 1, e o máximo de 2,63. Na região sul, em um raio de 25 mil metros, o GMT mínimo das granjas de frango de corte foi de 1 e máximo de 3,48. No estudo das séries temporais, através das médias móveis observou-se um declínio significativo das médias geométricas ao longo dos 10 anos. Tais resultados sugerem, estatisticamente que as médias geométricas dos títulos com resultado acima de 3, no estado de Santa Catarina podem ser analisadas com maior cautela, uma vez que, com o total de informações obtidas, as médias anuais de GMT variaram de 1,14 à 1,60.

**Palavras chave:** Doença de Newcastle, monitoramento sorológico, teste de inibição da hemaglutinação (HI), média geométrica dos títulos (GMT), epidemiologia espacial, séries temporais.

---

<sup>3</sup> Parte da tese de doutorado da primeira autora

<sup>4</sup> Médica Veterinária, MsC., Professora do Colégio Agrícola de Frederico Westphalen (CAFW/UFSM), Doutoranda do PPGCV/UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. Email: dbertani@hotmail.com

**Analysis of results of serological monitoring for Newcastle disease in the state of Santa Catarina through the geometric mean titers (GMT) tests obtained by haemagglutination inhibition (HI)**

**ABSTRACT**– This study aimed to conduct a spatial and temporal study about geometric medias of antibody titres (GMT) of batches with serological monitoring Newcastle disease in broilers by haemagglutination inhibition test (HI), in the state of Santa Catarina, in the period from 2001 to 2010, being that 11,941 batches were sampled. For spatial analysis it was used a GIS (geographic information system) for inserting the geographical coordinates of the reproduction farms, 10,220 batches and their respective GMT. Surface maps were generated and three major regions of reproduction farms in the state were located, along with batches of broilers that had serological monitoring in these nearby. Three major search radius around each grouping reproduction farms were opened, checking the minimum and maximum GMT of these regions. After these samples were submitted to statistical analysis of time series, estimating the variability of the data and the behavior Of GMT in this period. The results showed that in the west region, in a search radius of 12,000 meters (comprising some reproduction farms) the minimum GMT was 1 and the maximum was 4,14. In the central region, in a radius of study of 23,000 meters, the minimum GMT of broiler farms located in the area was 1, and the maximum of 2,63. In the southern region, in a radius of 25,000 meters, the minimum GMT of broiler farms was 1 and a maximum of 3,48. In the study of the temporal series through the moving average it was observed a significant decrease of geometric media along 10 years. These results statistically suggest that the geometric media titres with income above 3 in the state of Santa Catarina, Brazil, can be analysed with great caution, since with the amount of information obtained, the annual average of GMT ranged from 1,14 to 1,60.

**Keywords:** Newcastle disease, serological monitoring, haemagglutination inhibition test (HI), geometric media titres (GMT), spatial epidemiology, time series.

## INTRODUÇÃO

Conforme Tessari e Cardoso (2011), a sorologia é uma metodologia laboratorial que visa o estudo e mensuração das reações antígeno-anticorpos através do soro, após a exposição do hospedeiro a um determinado agente estranho. A maioria das provas sorológicas baseia-se nesta interação e são classificadas de acordo com a quantidade de moléculas que interagem e a forma como se observa tal interação (SOARES, 2001). Tessari e Cardoso (2011) afirmam que um programa de monitoramento sorológico tem como objetivo reduzir os riscos de infecção, aumentando o controle dos plantéis avícolas.

O teste de inibição da hemaglutinação (HI) é considerado “padrão ouro” para o monitoramento da Doença de Newcastle (DNC) e, segundo Alexander (2009), é o mais usado no mundo e reconhecido pelos órgãos internacionais como forma de triagem e monitoramento para esta doença. O mesmo autor ainda diz que a sorologia de lotes vacinados pode indicar uma resposta resultante a um desafio, mas a interpretação de títulos elevados necessita de um grande cuidado. Tessari e Cardoso (2011) afirmam que os métodos mais utilizados no Brasil para mensurar títulos de anticorpos contra a doença são os testes de HI.

Em monitoramentos sorológicos através da técnica de HI, junto com o resultado, vem descrito a GMT (média geométrica dos títulos) e o CV (coeficiente de variação). Conforme Ristow (2006) a GMT significa a média geométrica dos títulos de anticorpos detectados, sendo importante na avaliação da resposta sorológica dos animais amostrados, e o CV (coeficiente de variação) mede a uniformidade dos títulos detectados.

O PNSA - Programa Nacional de Sanidade Avícola (2002) define como prioritária a vigilância, controle e erradicação das seguintes doenças: Doença de Newcastle, Influenza Aviária, Salmoneloses, Micoplasmoses e Doença de Marek, doenças estas de notificação obrigatória à OIE (Organização Mundial da Saúde Animal). O PNSA não estabelece normas de interpretação da GMT em monitorias sorológicas utilizando o teste de HI.

Diante disso, buscaram-se parâmetros para a análise da GMT em monitoramentos sorológicos através do teste de HI. Assim, este estudo teve como objetivo fazer uma análise espacial e temporal, avaliando o comportamento dos resultados de testes sorológicos de 11.941 amostras coletadas no período de 2011 à 2010 no estado de Santa Catarina, Brasil.

## **MATERIAL E METODOS**

O presente estudo foi desenvolvido mediante informações cedidas pela CIDASC (Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina), em Santa Catarina. As informações cedidas dizem respeito ao monitoramento sorológico para a Doença de Newcastle no período de 01/01/2000 a 09/09/2010. Durante este período, amostras de 14.146 lotes de frangos de corte foram coletadas em abatedouros, com uma média de 20 amostras por lote. Para este estudo foram realizadas análises de 2001 à 2010, totalizando 10 anos.

Todos os dados de sorologia de frangos de corte eram provenientes de abatedouros com SIF (Sistema de Inspeção Federal). As informações utilizadas na presente pesquisa foram a média geométrica dos títulos (GMT) obtidos através do teste de inibição da hemaglutinação (HI) e as coordenadas geográficas dos matrizeiros e unidades de produção com monitoramento.

### **Análise espacial**

Os materiais utilizados para o tratamento destas informações foram mapas georreferenciados de superfície (*shapes*) do estado de Santa Catarina e as coordenadas geográficas de 10.220 unidades de produção de frangos de corte com monitoria sorológica (com respectivos resultados) e dos matrizeiros comerciais. Foi estruturado e modelado um banco de dados relacional (GEODSA\_SC), para o armazenamento e tratamento das informações procedentes da monitoria sorológica, originárias no formato

Excel e transformadas para extensão “csv”, no Acess, as quais depois foram indexadas ao aplicativo GeoAves, sendo este um sistema de informações geográficas (SIG) para elaboração dos mapas. Esta metodologia permitiu a realização de análises espaciais, através de diferentes raios de pesquisa, frente à 3 grandes grupos de matrizeiros localizados no estado.

### **Análise estatística descritiva**

De acordo com Costa Neto (2002) quando se trabalha com variáveis unidimensionais cujo conjunto de dados corresponde a toda população, o emprego da estatística descritiva pode descrever estes dados através de gráficos, distribuições de frequências ou medidas associadas a esta distribuição. Desta forma, esta análise foi realizada com o objetivo de determinar parâmetros de média e medidas de dispersão como desvio padrão, coeficiente de variação e intervalo de confiança do conjunto de GMTs.

Do conjunto de dados (14.146), foram utilizadas 11941 amostras, uma vez que 2.205 amostras não continham o resultado da GMT. Diante do exame estatístico, foi possível fazer uma análise precisa sobre a dispersão dos dados.

### **Análise de Série Temporal**

Souza e Camargo (1996) conceituam série temporal como sendo um conjunto de observações de uma dada variável ordenada segundo o parâmetro tempo geralmente em intervalos equidistantes. No caso deste estudo, caracteriza-se perfeitamente esta conceituação, pois o conjunto de dados foi organizado no espaço tempo de forma anual sequente. De acordo com Spiegel (1974), as séries temporais estão sujeitas a determinados movimentos como variações cíclicas, estacionais ou irregulares que influenciam no seu movimento de tendência e que resumidamente a variável Y da serie temporal é um produto conjugado das variáveis T, C, S, I. Assim:  $Y=T \times C \times S \times I$ , onde: T: movimento de tendência; C: movimento cíclico; S: movimento estacionário; e I: movimentos irregulares. Já Campos (2000), define estes movimentos como: Tendência: movimento suave e geralmente de longo prazo; Cíclico: movimento

oscilatório e não regular em torno da tendência; Estacionário ou Sazonal: movimento oscilatório regular em torno da tendência; e Regular: movimento de componentes aleatórios.

No presente trabalho o objetivo foi apresentar unicamente o movimento de tendência dos GMTs, excluindo as variações cíclicas, estacionais e irregulares e ainda de acordo com Spiegel (1974), esta determinação pode ser feita pelo método das médias móveis.

Ao proceder a extração da componente de tendência do conjunto de dados de condenações, formula-se a seguinte hipótese (H0 de aceitação):

- Ao aplicar o método de médias móveis nas séries anuais, as variações decorrentes dos fatores cíclicos irregulares e estacionários serão eliminadas e conseqüentemente a série resultante apresentará uma menor variabilidade nos dados.

Hipótese alternativa:

- Ao aplicar o método de médias móveis nas séries anuais, as variações decorrentes dos fatores cíclicos irregulares e estacionários não serão eliminadas, mantendo a variabilidade dos dados.

Segundo Campos (2000), uma média móvel de tamanho de N calculada no instante t (Mt), é uma média aritmética dos N valores da série imediatamente anteriores a t incluindo t, ou seja:  $M_t = (Z_{t(n+1)} + Z_{t(n+2)} + \dots + Z_t)/n$ . No presente estudo, definiu-se a ordem N=3, isto é, foi estruturada uma série resultante (série das médias móveis de 3 anos) que será componente de tendência. Com a aplicação do método da média móvel os valores extremos da série (anos 1 e 10) não tem correspondente na série temporal de media móvel. A Tabela 1 apresenta a estruturação da série.

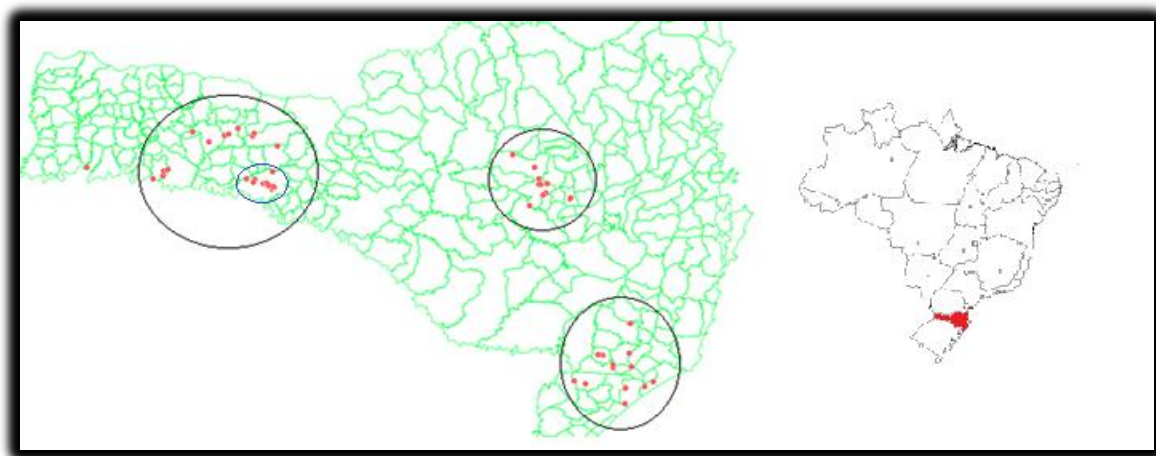
**Tabela 1:** Séries definidas para cálculo das médias móveis

<b>Série</b>	<b>Anos</b>	<b>Série</b>	<b>Anos</b>
<b>1</b>	2001/2002/2003	<b>5</b>	2005/2006/2007
<b>2</b>	2002/2003/2004	<b>6</b>	2006/2007/2008
<b>3</b>	2003/2004/2005	<b>7</b>	2007/2008/2009
<b>4</b>	2004/2005/2006	<b>8</b>	2008/2009/2010

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

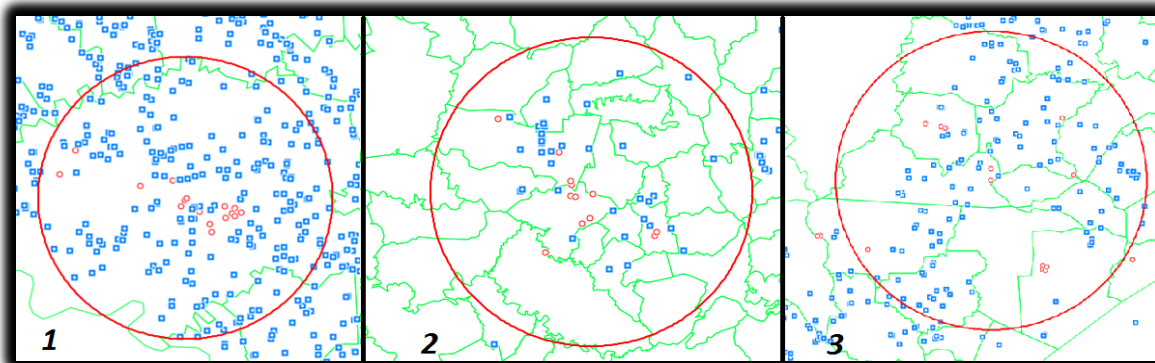
### Análise Espacial

As coordenadas geográficas indexadas no banco de dados relacional permitiram a espacialização das granjas de aves reprodutoras, sendo que foram localizados 77 matrizeiros orientados em 3 grupos: região oeste, centro e sul, como apresenta a figura 1.



**Figura 1:** Localização espacial das 77 granjas de matrizes no estado de Santa Catarina, Brasil.

Em estudo aos resultados sorológicos de monitoramento para DNC nas granjas de frangos de corte, além das granjas de aves reprodutoras, foram especializados todos os lotes de frangos com monitoria sorológica e estabelecidos três raios de pesquisa, tendo como objetivo a abrangência de todos matrizeiros. Realizou-se este procedimento nas regiões central e sul, mas na região oeste, foram delimitados apenas os matrizeiros localizados em uma maior área de concentração (círculo azul em destaque na figura 1), em função de que, se todos matrizeiros fossem incluídos, o raio de estudo seria mais de 100 km. Desta forma, houve a definição dos seguintes raios de pesquisa: região oeste – 12 km, região central – 32 km e região sul – 25 km, como apresenta a figura 2.



**Figura 2:** Matriseiros apresentados em três grupos de (círculos vermelhos) espacializados nas regiões oeste, central e sul no Estado de Santa Catarina, juntamente com os produtores de frangos de corte (quadrados azuis) com monitoria sorológica nos respectivos raios de estudo. 1. Região oeste (raio de 12 Km). 2. Região central (raio de 32Km). Região sul( raio de 25km).

Uma localização da região oeste apresentou alta concentração de matrizeiros (figura 2 – 1). Em pesquisa ao banco de dados, estes matrizeiros possuem uma capacidade estática de alojamento de 813 mil matrizes de corte. Em um raio de pesquisa de 12 mil metros, poucas unidades de produção apresentaram sorologia em HI com títulos acima de 1/8. As demais mantiveram os títulos sorológicos entre 1/2 e 1/8, apresentando GMT mínimo de 1 e máximo de 4,14.

As granjas de matrizes reprodutoras da região central, com capacidade estática de alojamento de 158 mil matrizes, permitiu a abertura de um raio de pesquisa de 32 mil metros, não havendo, durante o período de estudo nenhum resultado de títulos sorológicos em monitorias acima do padrão normal, sendo que o GMT mínimo na região foi de 1 e o máximo de 2,63. A região sul, assim como a central, em um raio de pesquisa de 25 mil metros, não apresentou títulos sorológicos em HI acima de 1/8, onde o GMT mínimo foi de 1 e máximo de 3,48. Não se obteve a capacidade estática de alojamento dessa região.

### **Análise estatística descritiva**

Na análise descritiva das médias geométricas dos 11.941 lotes estudados, obtiveram-se as médias anuais, apresentadas na tabela 1, juntamente com resultados de



desvio padrão e coeficiente de variação. Calculou-se também o intervalo de confiança, sendo estimada uma precisão de 95%, uma vez que o número de amostras era maior que 30.

**Tabela 2:** Análises estatísticas sobre as médias geométricas dos títulos

<b>ANO</b>	<b>Média do GMT</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Coeficiente de Variação (%)</b>	<b>Intervalo de Confiança</b>	<b>Número de amostras</b>
<b>2001</b>	1,60	0,61	38	0,030	1347
<b>2002</b>	1,60	0,45	28	0,023	1381
<b>2003</b>	1,58	0,56	35	0,033	1064
<b>2004</b>	1,38	0,48	34	0,15	1099
<b>2005</b>	1,29	0,17	13	0,009	1128
<b>2006</b>	1,42	0,41	28	0,022	1240
<b>2007</b>	1,26	0,38	30	0,020	1285
<b>2008</b>	1,14	0,20	17	0,010	1288
<b>2009</b>	1,18	0,24	20	0,013	1267
<b>2010</b>	1,15	0,21	18	0,014	842
<b>Total</b>	-	-	-	-	11941

Em discussão a tabela 2, observa-se que as médias anuais dos GMT fixaram-se entre um valor mínimo de 1,14 e máximo de 1,60 com coeficientes de variação em intervalos de 13% à 38%,. Imediatamente, a uma interpretação padrão sobre os coeficientes de variação, Pimentel e Gomes (1987) *apud* Amaral (1991) interpretam que, valores menores que 10% são considerados baixos, entre 10 e 20% são valores de média dispersão, 30% altos e acima de 30% muito altos, independente das populações e variáveis estudadas.

O CEP- Controle estatístico de Processo (2007) classifica os coeficientes de variação abaixo de 15% como populações homogêneas, estáveis e de baixa dispersão; valores entre 15-30% são populações de média dispersão; e acima de 30% populações heterogêneas e de alta dispersão. Desta forma, tomando como parâmetro tais conceituações, os coeficientes de variação obtidos sobre as médias anuais dos GMTs, podem ser classificados entre média e alta dispersão, havendo uma grande variabilidade dados.

Em análise aos 10 anos de estudo, a média do GMT no período de 2001 a 2010 foi de 1,42, desvio padrão de 0,44, coeficiente de variação de 30,9% e a média harmônica foi de 1,33. Considerando que o presente trabalho teve como um dos objetivos, buscar melhores parâmetros para interpretação das GMTs, e ponderando, diante dos dados repassados para pesquisa, a média das GMTs (1,42), somada a três desvios padrões à direita (0,44), chega-se ao resultado de 2,74, com arredondamento de +/- 3,0. Desta forma, pode-se sugerir que médias geométricas acima de 3, recebam maior atenção nas análises, podendo ser considerado um índice endêmico.

Sabe-se que, na literatura atual consta que títulos em HI iguais à 1/16 são suspeitos e amostras acima positivas para aves que não recebem nenhum tipo de imunização, bem como, essa instrução também é considerada pelo MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). Avaliando as condições geográficas de cada região do mundo e Brasil, esse padrão adotado hoje, pode ser alterado mediante estudos específicos de cada região. Tal sugestão só vem a colaborar, uma vez que o *status* sanitário avícola estaria com maior controle e alerta a possíveis surtos para DNC.

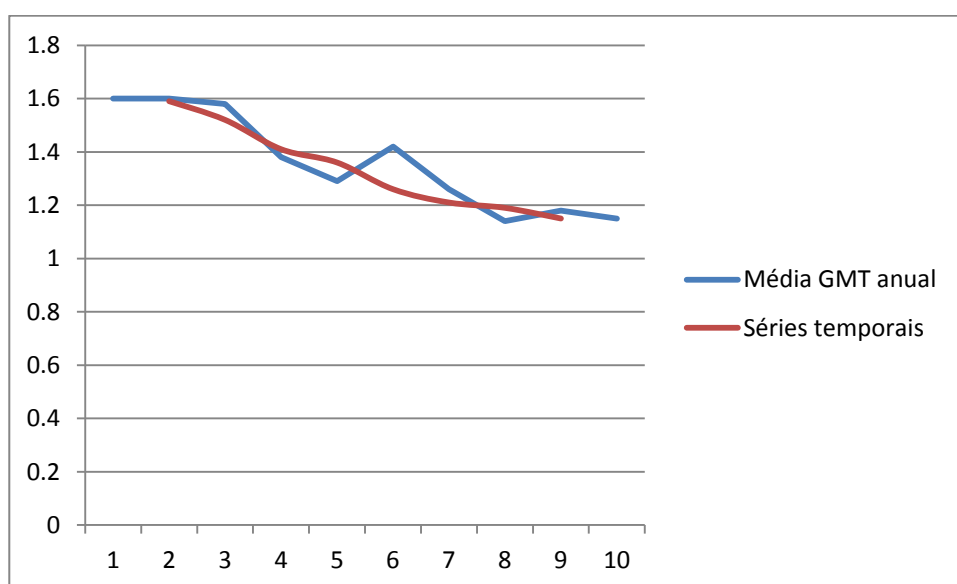
### **Análise de Séries temporais**

Como exposto na metodologia, no estudo da série temporal, foram apresentados os resultados das médias móveis da população amostral. O movimento de tendência ocorreu no período de 2001 a 2010, empregando-se a média móvel em ordem de 3 anos. A tabela 3 apresenta os resultados da série mediante os agrupamentos de 3 anos.

**Tabela 3:** Resultados da série temporal mediante agrupamentos de 3 anos

Série	Médias móveis	Série	Médias móveis
1	1,59	5	1,26
2	1,52	6	1,21
3	1,41	7	1,19
4	1,36	8	1,15

Os resultados apresentados demonstram que a hipótese de aceitação, na qual seriam excluídos os fatores cíclicos e estacionários mediante o resultado das médias móveis foi confirmada, ou seja, o estudo pelo agrupamento de três em três anos definiu melhor a tendência das medias geométricas dos títulos no período de 10 anos. A sobreposição gráfica da linha de tendência sobre a frequência anual do conjunto de dados permitiu uma melhor análise do conjunto de dados, apresentados na figura 3.

**Figura 3:** Tendência das médias geométricas dos títulos no período de 2001 a 2010, obtidos através das séries temporais

Como apresentado na figura 3, a curva de tendência definiu o comportamento temporal das médias geométricas dos títulos no período de estudo e excluiu os movimentos sazonais e cíclicos. No primeiro estrato das medias móveis, o GMT equivaleu a um valor de 1,59, e no estrato 8, um valor de 1,15, observando-se uma

gradual e significativa queda das médias geométricas dos lotes, a qual justifica a variabilidade dos dados apresentados como resultados na análise descritiva.

Em discussão aos resultados e valores baixos de GMT, pode-se levar em consideração que o estado de Santa Catarina possui um relevo bastante acidentado em grande parte do seu território, em especial a região oeste, afirmativa esta descrita por Júnior (1976) e Welter (2006) em estudos ao relevo catarinense. Ainda, Welter (2006), em análise ao espaço geográfico da região oeste de Santa Catarina, demonstra as peculiaridades da região no âmbito de espaço geográfico e cartografia ambiental através da elaboração de mapas da região oeste. Essas características do estado, a qual limita produções animais em sistema extensivo, acaba sendo um ponto positivo para criações em confinamento, sendo que o próprio relevo atua como barreira natural, auxiliando na contenção e disseminação de doenças, sendo que estas barreiras naturais atuam como medida de biosseguridade, ressaltando neste momento que esta característica essa que não é estendida aos demais estados do Brasil.

## CONCLUSÕES

A análise estatística descritiva demonstrou que as médias anuais das 11.941 amostras dos GMTs no período de 2001 à 2010 variaram entre 1,14 à 1,60, apresentando resultados de alta dispersão, os quais são justificados através do estudo de séries temporais, onde a curva de tendência, evidenciou uma queda gradativa anual.

Ainda sim, a média apresentada nos 10 anos foi de 1,42, com desvio padrão de 0,44, desta forma, diante dos dados repassados para pesquisa, a média das GMTs somada a três desvios padrões à direita, chega-se ao resultado +/- 3,0. Desta forma, pode-se sugerir que este resultado seja considerado como um índice endêmico, para a vigilância da doença. Para tal sugestão, leva-se em consideração também, as condições diferenciadas de relevo do estado de Santa Catarina.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento,**

\_\_\_\_\_: **Plano Nacional de Sanidade Avícola.** Departamento de Defesa Animal, Coordenação de Vigilância e Programas Sanitários. Versão atualizada. Novembro, 2002.

CAMPOS, E.L. Introdução à análise de séries temporais. **Escola Nacional de Ciências Estatísticas (ENCE).** Material Didático. 2000. 26p.

CEP, Controle Estatístico de Processo. **Coefficiente de variação.** Ano II n 22, out, 2005. Disponível em: [www.datalyzer.com.br](http://www.datalyzer.com.br). Acesso em: dezembro 2007.

COSTA NETO, P.L.O. **Estatística.** 3 ed. Edgard Blucher, São Paulo, 2002. 264p.

JÚNIOR, V.A.P. **Relevo do território catarinense.** Departamento de Geociências, UFSC. GEOSUL, 1986.

RISTOW, L.E. **Considerações para Interpretação de resultados sorológicos através da metodologia ELISA em Avicultura.** 2006. Artigo em hiperlink. Acesso em 20/10/2012. Disponível em:

<http://pt.engormix.com/MA-avicultura/saude/artigos/consideracoes-interpretacao-resultados-sorologicos-t61/165-p0.htm>

SOARES, C.O. Princípios , padronização e validação de provas sorológicas. In:\_\_\_\_. MADRUGA, C.F.; ARAUJO, F.R.; SOARES, C.O. **Imunodiagnóstico em medicina veterinária.** Campo Grande. Embrapade gado de corte, 2001. P. 145-175

SOUZA, R.C., CAMARGO, M.L. **Análise e Previsão de Séries Temporais: Os Modelos ARIMA.** Ed. Sedigraf, Ijuí, 1996, 240p.

SPIEGEL, M. R. **Estatística: Resumo da Teoria.** Editora McGraw-Hill do Brasil, São Paulo. 1974, 580p.

TESSARI, E.N.C; CARDOSO, A.L.S.P. **Importância do monitoramento sorológico na avicultura.** 2011. Artigo em hipertexto. Acesso em: 20/10/2012. Disponível em:

[http://www.infobibos.com/Artigos/2011\\_3/MonitoramentoSorologico/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2011_3/MonitoramentoSorologico/index.htm).

WELTER, L.O. O espaço geográfico do oeste catarinense e sua cartografia ambiental. Tese de doutorado. USP. 2006

### **CAPITULO III**

**DEPENDÊNCIA ESPACIAL DE TÍTULOS SOROLÓGICOS EM TESTES DE  
INIBIÇÃO DA HEMAGLUTINAÇÃO PARA A DOENÇA DE NEWCASTLE NA  
REGIÃO OESTE DO ESTADO DE SANTA CATARINA UTILIZANDO  
ANÁLISES GEOESTATÍSTICAS**

**Dependência espacial de títulos sorológicos em testes de inibição da hemaglutinação (HI) para a doenças de Newcastle na região oeste do estado de Santa Catarina utilizando técnicas de geoestatística<sup>5</sup>**

Diana Bertani Giotto<sup>6</sup>

**RESUMO** – Este trabalho teve como objetivo fazer um estudo das monitorias sorológicas para doença de Newcastle (DNC) realizadas no estado de Santa Catarina, Brasil, no período de 2001 à 2010. Os resultados dos testes de inibição da hemaglutinação (HI), foram repassadas pela CIDASC (Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina). O alvo principal desta pesquisa foi avaliar a existência de dependência espacial entre os títulos, utilizando como ferramenta a geoestatística sendo utilizado o aplicativo ArcGIS. Diante das coordenadas geográficas dos das granjas reprodutoras de aves pesadas localizados na região oeste, central e sul do estado, e as unidades de produção com monitoria sorológica no período de estudo, foi estipulado raios de 10 km de pesquisa, tendo como eixo central uma granja reprodutora, afim de avaliar se existe dependência espacial entre os títulos sorológicos isoladamente, assim, abrangendo um considerável número de unidades de produção nessas áreas. Utilizou-se método de krigagem, empregando como atributos os títulos sorológicos de cada lote (1/2, 1/4, 1/8 e 1/16), que correspondiam a 20 amostras. Diante da krigagem universal, na forma de predição de mapas, buscou-se obter a dependência espacial de cada título. Gerou-se semi-variogramas esféricos obtidos através da análise da variância existente entre as amostras delimitadas pela distância existente entre os pontos, permitindo avaliar a dependência espacial de cada título em metros. Os resultados demonstraram que os títulos sorológicos apresentam dependência espacial, sendo que um exerce interferência sobre o outro. Os títulos 1/2 e 1/4 apresentaram uma dependência de aproximadamente 12 km, os títulos 1/8 de aproximadamente 8 km e 1/16 de 5 km. À medida que os títulos aumentavam, a dependência espacial diminuía, mas ainda sim, exercendo forte influência sobre os pontos vizinhos (granjas de frangos de corte). Em relação à metodologia empregada, a geoestatística neste estudo epidemiológico desempenhou papel fundamental, trazendo resultados de extrema relevância na demonstração de sua aplicabilidade nas ciências veterinárias.

**Palavras chave:** Doença de Newcastle, Monitoramento Sorológico, Inibição da Hemaglutinação (HI), Geoestatística

---

<sup>5</sup> Parte da Tese de doutorado da primeira autora

<sup>6</sup> Médica Veterinária, MsC., Professora do Colégio Agrícola de Frederico Westphalen (CAFW/UFSM), Doutoranda do PPGCV/UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. Email: dbertani@hotmail.com

**Spatial dependence of serological titres in haemagglutination inhibition test (HI) for Newcastle Disease in the western region of the state of Santa Catarina, Brazil, using geostatistical techniques**

**ABSTRACT** – This study aimed to make a serological monitoring study for Newcastle disease (ND) held in the state of Santa Catarina, Brazil, from 2001 to 2010. The results of serological test, by haemagglutination inhibition (HI) were passed by CIDASC (Integrated Agricultural Development Company). The main aim of this research was to evaluate the existence of spatial dependence among the titres using as a tool of geostatistics the software ArcGIS. Before the geographic coordinates of poultry breeding farms located in the western region, central and south of the state, and the poultry farms with serological monitoring during the study period, it was set 10 Km radius of the search, with the central axis of a reproduction farm in order to evaluate whether there is spatial dependency between the serological titres separately, thereby covering a substantial number of the poultry farms in these areas. It was used kriging method employing the serological titres as attributes of each batches (1/2, 1/4, 1/8 and 1/16), corresponding to 20 samples. Before the universal kriging, in the form of prediction maps, sought to obtain the spatial dependence of each titre. It was generated semi-spherical variograms obtained by analyzing the variance among the bounded samples by the distance among the points, allowing to evaluate the spatial dependence of each titre meters. The results demonstrate that serological titres have spatial dependence, being that one titre interferes on the other. Titres 1/2 and 1/4 showed a dependence of approximately 12 Km, the titres 1/8 approximately 8 Km and 1/16 of 5 Km. As titres increased, decreased dependence on space, but still exerting a strong influence on neighboring dots poultry. The used methodology, in this epidemiological study fulfills a key role, bringing extremely relevant results in demonstrating of its applicability in veterinary science.

**Keywords:** Newcastle Disease, Serological Monitoring, the haemagglutination inhibition (HI), Geostatistic



## INTRODUÇÃO

Na avicultura, o controle de enfermidades é feito através do uso correto de medidas sanitárias e programas de imunoprofilaxia cuidadosamente elaborados, que visam prevenir a instalação de doenças nos plantéis (TESSARI e CARDOSO, 2011). O Plano Nacional de Sanidade Avícola- PNSA (BRASIL, 2002) estabelece o monitoramento sanitário em granjas avícolas para Salmoneloses e Micoplasmoses, bem como, a vacinação obrigatória para Doença de Marek em frangos de corte. Para granjas de matrizes e avós, uma das vacinas que consta em programas de vacinação é a para a Doença de Newcastle, como forma de proteger o plantel, uma vez que a DNC é uma doença de notificação obrigatória aos órgãos oficiais e a OIE (Organização mundial de saúde animal), e que, diante de um diagnóstico positivo, culmina em sacrifício de aves afetadas, embargo de exportações do produto final, normas estas, estabelecidas entre países e internamente, através do Plano de Contingência para Influenza Aviária e Doença de Newcastle (BRASIL, 2007)

O teste sorológico de inibição da hemaglutinação (HI), é considerado uma das técnicas mais seguras para o monitoramento da doença de Newcastle no Brasil. Este teste se baseia na interação antígeno-anticorpo, e ele pode ser classificado de acordo com a quantidade de moléculas que interagem e a forma como é observada tal interação. Soares (2001), diz que em uma reação ocorre interação de grande quantidade de moléculas de antígenos e anticorpos, sendo possível essa observação a olho desarmado, além de que, uma das características dessas interações antígeno-anticorpo é a capacidade precipitante desses complexos quando combinados em proporções equivalentes em uma solução.

Para a maioria de soros aviários, um título positivo em HI pode ser considerado acima de 1/16 se 4 unidades hemaglutinantes (UHA) forem utilizadas, e 1/8 se 8 UHA forem utilizadas em aves não vacinadas (ALEXANDER, 2009). O mesmo autor ainda diz que a sorologia de lotes vacinados pode indicar uma resposta imune resultante a um desafio, mas a interpretação dos títulos elevados necessita de cuidado.

O Estado de Santa Catarina realiza o monitoramento sanitário para DNC desde 1998, sendo ele feito através do teste de HI. Desta forma, este trabalho teve como objetivo fazer um estudo das monitorias sorológicas, no período de 2001 e 2010, com objetivo de observar se existe dependência espacial entre essas titulações e também validar a geoestatística como uma nova ferramenta que pode ser utilizada em estudos epidemiológicos na área das ciências veterinárias.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O presente estudo foi desenvolvido mediante informações cedidas pela CIDASC (Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina), em Santa Catarina. As informações dizem respeito ao monitoramento sorológico para a Doença de Newcastle no período de 01/01/2000 a 09/09/2010. Durante este período, amostras de 14.146 lotes de frangos de corte foram coletadas em abatedouros, com uma média de 20 amostras por lote. Todos os dados de sorologia de frangos de corte eram provenientes de abatedouros com SIF (Sistema de Inspeção Federal). Para este estudo, foram realizadas análises no período de 2011 à 2010, totalizando 10 anos.

As informações foram repassadas em planilhas no formato Excel, com os seguintes elementos: Nome do produtor, número do protocolo (constando o ano de coleta do material) idade do lote, tamanho do lote, índice de mortalidade, idade das matrizes, títulos obtidos no teste de HI (inibição da hemaglutinação) das amostras do lote, média, desvio padrão e coeficiente de variação de cada lote e o GMT (índice geométrico do lote). Os materiais utilizados para o tratamento destas informações foram mapas georreferenciados de superfície (*shapes*) do estado de Santa Catarina, coordenadas geográficas das unidades de produção de frangos de corte, matrizeiros comerciais.

## **Análise Geoestatística**

Para realizar a análise geoestatística dos títulos sorológicos foi utilizado o aplicativo ArcGIS 9.2. Diante das coordenadas geográficas das granjas de matrizes localizadas na região oeste, central e sul e as unidades de produção com monitoria sorológica no período de estudo, foi estipulado raios de 10 km de pesquisa, tendo como eixo central um matrizeiro, afim de avaliar se existe dependência espacial entre os títulos sorológicos, isoladamente, assim, abrangendo um considerável número de unidades de produção nessas áreas. Neste estudo, não foi possível localizar espacialmente as granjas de subsistência e aves de postura comercial.

Os métodos geoestatísticos são baseados no conceito das variáveis regionalizadas. Os pesos são determinados a partir de uma análise espacial, baseado no semivariograma. Produz um modelo de superfície, medições de exatidão e acurácia da superfície modelada: Krigagem (GREGO e OLIVEIRA, 2012). Desta forma, a aplicação da geoestatística e análise dos dados procederam da seguinte forma:

Utilizou-se método de krigagem, empregando como atributos os títulos sorológicos de cada lote (1/2, 1/4, 1/8 e 1/16), que correspondem a 20 amostras. Conforme Grego e Oliveira (2012), a krigagem nada mais é que um método de interpolação geoestatística que, usando a dependência espacial de uma única variável, interpola valores para locais não medidos sem viés e com variância mínima. Utiliza-se a vizinhança e seus respectivos pesos na estimativa. Diante da krigagem universal, na forma de predição de mapas, buscou-se obter a dependência espacial de cada título, expressa em metros neste raio de 10 km. Na krigagem universal, a variável regionalizada não é estacionária. Segundo Grego e Oliveira (2012), assume que há uma tendência da sobreposição dos dados e só deve ser usada quando houver tendência nos dados.

O semi-variograma foi obtido através da análise da variância existente entre as amostras delimitada pela distância existente entre os pontos. Para tal o primeiro passo foi calcular a distância existente entre cada par de pontos que são utilizados na amostra (número de unidades de produção existentes em cada raio de pesquisa). Obteve-se na sequência a diferença existente entre a distância máxima e mínima entre os pares de

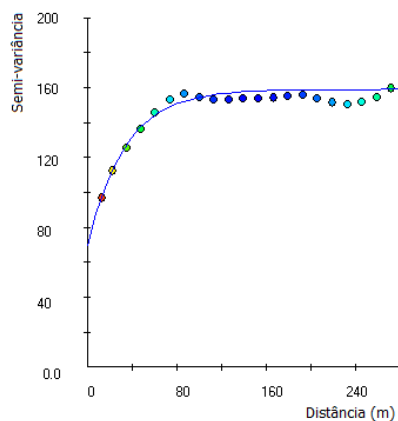
pontos que é utilizada para calcular o tamanho do "passo" (*lag*) para cada cálculo de variância entre os dados analisados, a partir da definição do número de *lags* que será utilizado.

Como exemplo, se 50 pontos amostrais possuem uma distância máxima de 1000m e um distância mínima de 100m, diferença será de 900m. Ao utilizar 9 *lags* cada um deles terá 100m. O primeiro *lag* será de 100 a 200m, o segundo de 200 a 300m, assim sucessivamente até o último *lag* de 900 a 1000m. Dentro de cada *lag* é calculada a variância existente da variável em estudo, também chamada de semi-variograma (observe que estou dividindo por 2 o valor da variância), pela equação:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_1^{N(h)} (Z(x_i) - Z(x_{i+h}))^2 .$$

Gera-se então o gráfico do semi-variograma que nada mais é que a distância (eixo x) pela semi-variância (eixo y).

O próximo passo no estudo da dependência espacial foi o semi-variograma encontrado a uma modelagem matemática teórica da variância. Os ajustes mais tradicionais se referem aos modelos Gaussiano, Exponencial e Esférico. Com semivariograma, optou-se pelo esférico, uma vez que o comportamento dos títulos na forma de histograma foi compatível com a curva desde semivariograma, apresentado como modelo na figura 1.



**Figura 1:** Modelo de semivariograma esférico

Observa-se no gráfico que à medida que aumenta a distância entre as amostras a variância também aumenta até um momento em que ocorre uma estabilidade desta variância (patamar), ou seja, a partir daquele ponto a distância não tem mais influência

sobre a variável e considera-se este ponto como o alcance da dependência espacial. A variável em estudo (títulos sorológicos) apresentou uma distribuição esférica negativa dos dados, portanto o modelo esférico geoestatístico foi ajustado a todos os *buffers* dos matrizeiros.

No presente estudo, cada *buffer* correspondeu a 20 mil metros, sendo utilizada para cálculo, 12 *lags*, demarcado desta forma, a dependência espacial exercida a cada 1.600 metros.

Diante das informações e metodologia apresentada, formula-se a seguinte hipótese (H0 de aceitação):

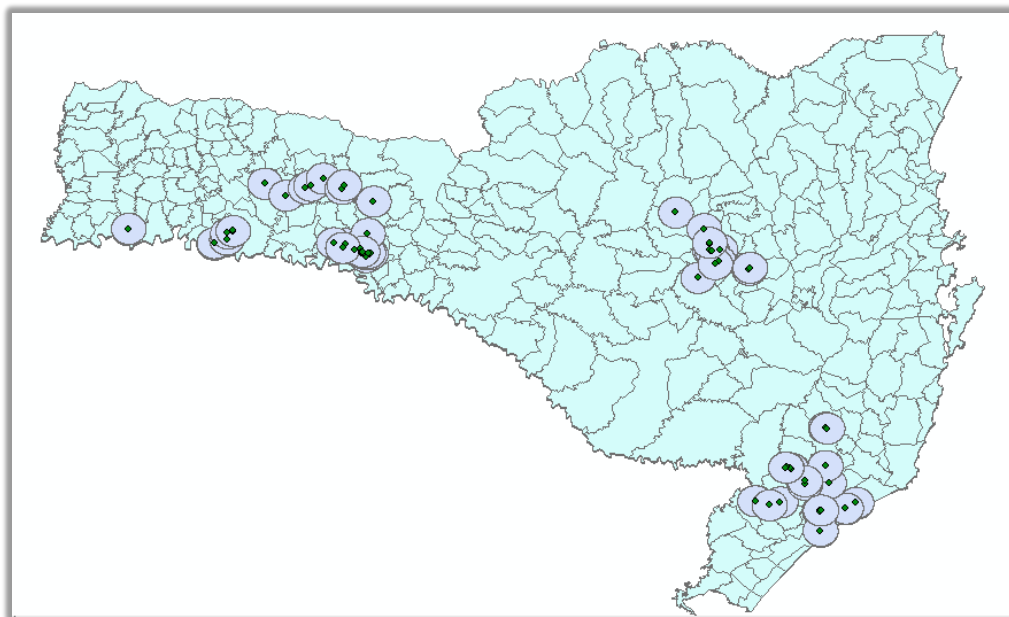
- Os títulos mais altos (1/8 e 1/16) apresentam dependência espacial, um exercendo influência sobre o outro.

Hipótese alternativa:

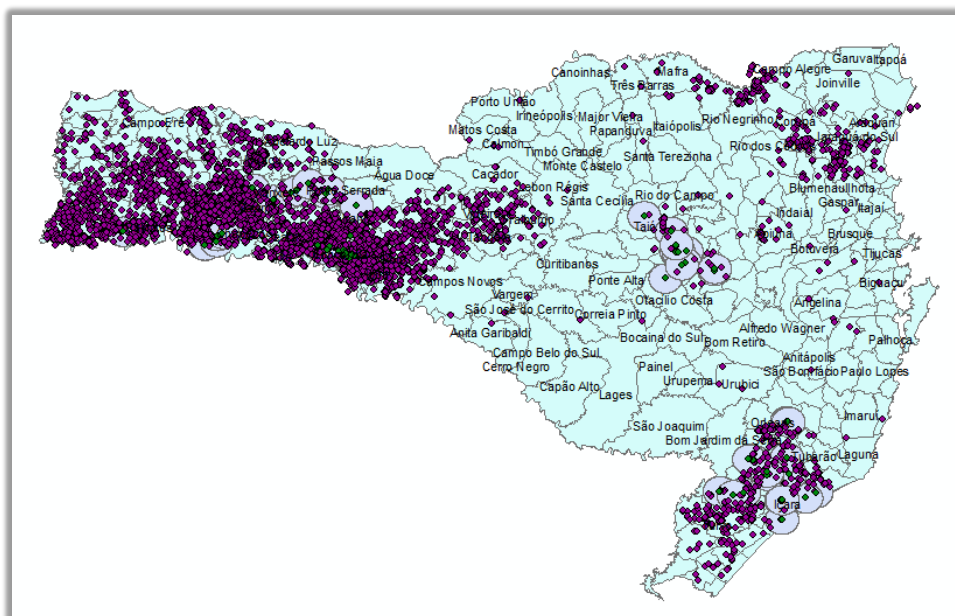
- Os títulos mais altos não apresentam dependência espacial, ocorrendo aleatoriamente no espaço.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Setenta e sete *buffers* (raios de pesquisa) foram abertos em torno de cada granja de matrizes, como apresenta a figura 2. A figura 3 apresenta a espacialização de todas as unidades de produção estudadas, juntamente com matrizeiros e *buffers*. Observa-se uma concentração maior na região oeste, a qual foi possível realizar um estudo geoestatístico detalhado. As regiões central e sul, diante do pouco número de amostras em cada raio de pesquisa, foram excluídas nesse momento, uma vez que, em muitos raios de pesquisa não foi possível detectar dependência espacial em função do padrão de metodologia adotado (os resultados da dependência espacial destas regiões estão detalhadas nos apêndices B e C).



**Figura 2:** Localização espacial dos matrizeiros localizados no estado de Santa Catarina, Brasil, e seus respectivos *buffers* (raios de pesquisa de 10 km)



**Figura 3:** Localização espacial dos lotes de frangos de corte com monitoria sorológica para DNC no período de 2001 à 2010, no estado de Santa Catarina, Brasil

Tendo como estudo somente a região oeste catarinense, cada matrizeiro recebeu um código de identificação (FID), e foi avaliada a dependência espacial dos títulos sorológicos (HI) para DNC 1/2, 1/4, 1/8 e 1/16, isoladamente, junto com o número de unidades de produção no raio de 10 km. Os resultados da dependência espacial estão expressos em metros e discriminados na tabela 1.

**Tabela 1:** Dependência espacial expressa em metros, exercida entre os títulos sorológicos 1/2, 1/4, 1/8 e 1/16.

<b>FID*</b>	<b>1/2</b>	<b>1/4</b>	<b>1/8</b>	<b>1/16</b>	<b>PONTO BUFFER ** RAIO 10 KM</b>
32	18943,9	18943,9	210,59	18943,9	124
45	6490,86	18840,8	18840,8	2426,4	141
52	6359,56	18900,0	18900,0	2445,26	141
54	4505,56	18249,3	18249,3	2444,54	140
55	6744,63	19179,8	14603,9	2494,29	135
56	19269,9	1576,6	19296,9	2520,92	139
57	19135,9	1435,67	214,555	2437,82	136
58	18635,5	18635,5	217,887	18365,5	120
59	18943,9	18943,9	193,353	2264,88	127
60	5148,55	18900,0	18900,0	2455,18	144
62	2404,79	18392,7	18392,7	2432,5	145
64	7224,42	18392,7	15755,0	2451,75	139
70	19347,4	576,104	12519,3	-	140
71	19098,0	19098,0	19098,0	-	159
72	18817,1	18817,1	4742,3	-	142
73	18583,6	18583,6	193,353	2279,73	127
74	18378,5	10558,3	18378,5	-	126
50	10747,8	5229,76	712,707	-	16
66	9097,96	4505,22	717,477	-	15
67	14429,0	7308,53	302,718	-	15
46	17165,9	4624,02	18985,1	-	72
47	17644,8	2711,82	1782,17	-	42
48	490,446	296,491	1837,18	-	53
49	18735,3	5012,71	6236,68	-	69
53	509,199	270,472	1861,5	-	53
35	1742,54	6778,53	16905,1	-	12
16	18673,6	18673,6	176,391	-	112
15	1664,73	-	997,021	7370,26	65
24	18673,6	18673,6	176,391	-	112
69	9790,48	16088,1	0,9533	-	24
68	9830,41	15299,0	0,9506	-	23
17	4566,69	16545,1	17276,1	-	57
<b>Média</b>	11931.08	12259.38	8333.59	5095.21	
<b>Desvio padrão</b>	7090,85	1443,02	8414,59	3702,55	
<b>Coef. variação</b>	59%	11%	100%	72%	

\*FID: código de identificação das unidades de produção de reprodutores    \*\*PONTOS BUFFER: número de unidades de produção de frangos de corte no raio de 10Km, tendo como eixo central, o matrizeiro.



Ao considerar os dados de alcance, ou seja, a distância em que as variâncias entre as amostras tem dependência espacial, observa-se que para os títulos 1/2 e 1/4 o valor médio foi de aproximadamente 12 km, diminuindo para aproximadamente 8 km na nos títulos 1/8 e finalmente alcançando aproximadamente 5km para a títulos 1/16. Assim, considera-se aceita a hipótese H<sub>0</sub>, a qual, os títulos mais altos apresentam dependência espacial, um exercendo influencia sobre o outro, não ocorrendo aleatoriamente.

Em testes de HI em frangos de corte, os títulos 1/2 e 1/4 se apresentam de forma rotineira, uma vez que essas aves possuem anticorpos para DNC, justificando desta forma, a dependência espacial exercida de 12 km. Já, os títulos 1/8 e 1/16 são menos frequentes, e o fato deles apresentarem dependência espacial e em menores distâncias, significa que eles se apresentam regionalizados, sendo que um exerce interferência sobre o outro (1/8 = 8 km e 1/16 = 5 km).

## CONCLUSÕES

Diante das informações disponibilizadas para o presente estudo, pode-se concluir que os títulos sorológicos apresentam dependência espacial, sendo que um exerce interferência sobre o outro. Os títulos 1/2 e 1/4 possuem uma dependência de aproximadamente 12 km, 1/8 de aproximadamente 8 km e 1/16 de 5 km. À medida que os títulos aumentam, a dependência espacial diminui, mas ainda sim, exercendo forte influência sobre os vizinhos.

Em relação a metodologia empregada, a geoestatística atualmente é utilizada em grande escala em estudos agrônômicos, mais precisamente na área de agricultura de precisão, em estudos de solo. Neste estudo epidemiológico desempenhou papel fundamental, trazendo resultados de extrema relevância na demonstração de sua aplicabilidade nas ciências veterinárias.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDER, D.J. Doença de Newcastle. In:\_\_\_\_\_. REVOLLEDO, L.; FERREIRA, A.J.P. **Patologia aviária**. Barueri, SP. Manole. 2009. P.219-228

**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.

\_\_\_\_\_: **Plano Nacional de Sanidade Avícola**. Departamento de Defesa Animal, Coordenação de Vigilância e Programas Sanitários. Versão atualizada. Novembro, 2002.

GREGO, C.R.; OLIVEIRA, R.P. **Curso Básico de Geoestatística utilizando o VESPER**. Material Didático. São Paulo, 27 de junho de 2012.

SOARES, C.O. Princípios , padronização e validação de provas sorológicas. In:\_\_\_\_. MADRUGA, C.F.; ARAUJO, F.R.; SOARES, C.O. **Imunodiagnóstico em medicina veterinária**. Campo Grande. Embrapade gado de corte, 2001. P. 145-175

TESSARI, E.N.C; CARDOSO, A.L.S.P. **Importância do monitoramento sorológico na avicultura**. 2011. Artigo em hipertexto. Acesso em: 20/10/2012. Disponível em:

[http://www.infobibos.com/Artigos/2011\\_3/MonitoramentoSorologico/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2011_3/MonitoramentoSorologico/index.htm).

## **CAPITULO IV**

### **ÍNDICES DE MORTALIDADE DE LOTES DE FRANGOS DE CORTE NA REGIÃO SUL DO BRASIL E AVALIAÇÃO DE FATORES INDICATIVOS PARA COLHEITA DE MATERIAL PARA A VIGILÂNCIA DA DOENÇA DE NEWCASTLE**

## **Índices de mortalidade de lotes de frangos de corte na região sul do Brasil e avaliação de fatores indicativos para colheita de material para a vigilância da Doença de Newcastle<sup>7</sup>**

Diana Bertani Giotto<sup>8</sup>

**RESUMO** – Na avicultura de corte, taxas de mortalidade acima de 3% por lote estão fora dos padrões aceitáveis como normais, Figueiredo (2003). Com o objetivo de estimar com maior precisão os reais índices de mortalidade de frangos de corte na região sul do Brasil foi realizado um estudo retrospectivo de 10 anos dos índices de mortalidade de lotes de frangos de corte. Dados de controle de 6314 lotes de frangos abatidos no período de 2001 à 2010 foram analisados e as informações de mortalidade foram estatisticamente estudadas. Com uma média de 630 lotes amostrados aleatoriamente por ano, foram extraídos os seguintes dados: a média, média harmônica, desvio padrão, coeficiente de variação e calculado o intervalo de confiança, sendo estimada uma precisão de 95%, uma vez que o número de amostras é maior que 30. De todos lotes, 102 apresentaram mortalidade acima de 10%, 1414 tiveram índices entre 5 e 10% e, os demais mostrar-se com índices entre 0,04 à 4,9%. A média de mortalidade nos 10 anos foi de 4,23%, apresentando desvio padrão de 2,2 e coeficiente variação de 52%. A média harmônica de mortalidade foi de 3,22 e o intervalo de confiança constituiu de 0,055. Dessa maneira, pode-se estimar, dentro dos limites de confiança especificados, que os a média dos índices de mortalidade nos 10 anos fixaram-se entre um limite inferior de 4,17% e superior de 4,28%, variação decorrente ao intervalo de confiança (95%).

**Palavras chave:** avicultura, frangos de corte, índices de mortalidade

---

<sup>7</sup> Parte da Tese de doutorado da primeira autora

<sup>8</sup> Médica Veterinária, MsC., Professora do Colégio Agrícola de Frederico Westphalen (CAFW/UFSM), Doutoranda do PPGCV/UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. Email: dbertani@hotmail.com

**Mortality rates of lots of broiler in southern Brazil and evaluation of factors indicative of material analysis for Newcastle disease**

**ABSTRACT** – The aim of this study was to greater precision the mortality rates of broilers in southern Brazil through a retrospective study of 10 years of mortality rates of broiler batches. Control data from 6,314 broiler batches slaughtered in the period from 2001 to 2010 were analysed and the mortality information was statistically analysed. With an average of 630 batches randomly selected per year, were extracted the following data: media, harmonic media, standard deviation, coefficient of variation and it was calculated the confidence interval with an estimated accuracy of 95%, since the number of samples was greater than 30. From all batches, 102 showed mortality above 10, 1,414 were between 5 and 10%, and the rest showed up with rates from 0.04 to 4.9%. The average mortality in 10 years was 4.23%, with a standard deviation of 2.2 and variation coefficient of 52%. The harmonic media was 3.22 and the confidence interval was 0.055. Thus, it can be estimated within the confidence limits specified that the average of mortality rates in the 10 years were fixed between a lower limit of 4.17% to a higher limit of 4.28%. This variation is resulting from confidence interval (95%).

**Keywords:** poultry, broilers, mortality rates

## **INTRODUÇÃO**

Atualmente o Brasil desempenha papel de grande importância frente à avicultura mundial. Conforme Albino e Tavernari (2008), o padrão tecnológico das criações, em especial o nível de controle sanitário, insumos e preocupações com o bem estar animal influenciam cada vez mais o acesso e manutenção dos mercados consumidores. O sistema de criação intensivo, o qual os frangos de corte são submetidos atualmente predispõe a variados índices de mortalidade em lotes sem problemas sanitários. Segundo Brum (2011) em estudo meteorológico sobre as criações de frangos de corte, a temperatura e umidade ambiente afetam diretamente a atividade, ocasionando situações propícias a mortalidade das aves. Abreu e Abreu (2000) citam que o aceitável de mortalidade total em um lote é de 5%. Já Figueiredo (2003) menciona que a mortalidade acima de 3% por lote está fora dos padrões aceitáveis como normal.

O Ofício circular / DSA nº 7 de 2007 (BRASIL, 2007), apresenta como fatores indicativos de colheita de material em aves para a vigilância da Doença de Newcastle (DNC) e Influenza Aviária (IA) taxas de mortalidade acima de 1% durante o transporte do estabelecimento e avícola ao abatedouro e acima de 10% durante o período de alojamento das aves no estabelecimento de origem, em aves de corte com até 50 dias de alojamento.

Desta forma, este estudo teve como objetivo estimar com maior precisão os reais índices de mortalidade de frangos de corte na região sul do Brasil através de um estudo de dez anos dos índices de mortalidade nas criações, apresentando parâmetros confiáveis indicativos de colheita de material para a vigilância de DNC.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Dados de controle de 6.314 lotes de frangos de corte criados e abatidos na região sul do Brasil no período de 2001 a 2010, contendo as informações de mortalidade por lote foram obtidos e estudados diante da análise descritiva e análises estatísticas.

Análises estatísticas foram realizadas por ano, e também em análise única, compreendendo os 10 anos, utilizando como ferramentas a média, desvio padrão, coeficiente de variação, média harmônica e intervalo de confiança, sendo para este, estimada uma precisão de 95%, uma vez que, as amostras eram superiores a 30, havendo maior confiabilidade nos resultados.

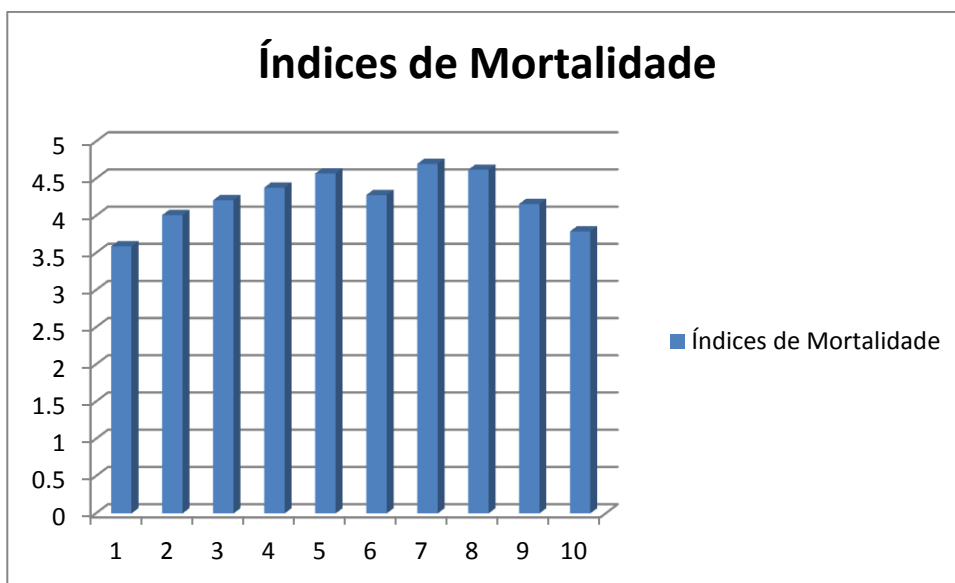
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de lotes amostrados por ano foi de aproximadamente 630, e os resultados estatísticos sobre os índices de mortalidade no período de estudo são apresentados na tabela 1. De todos os lotes, 102 apresentaram mortalidade acima de 10%, 1414 tiveram índices entre 5 e 10% e, os demais mostrar-se com índices entre 0,04 à 4,9%. A média de mortalidade nos 10 anos foi de 4,23%, apresentando desvio padrão de 2,2 e coeficiente variação de 52%. A média harmônica de mortalidade foi de 3,22 e o intervalo de confiança constituiu de 0,055. Dessa maneira, pode-se estimar dentro dos limites de confiança especificados, que os a média dos índices de mortalidade nos 10 anos fixaram-se entre um limite inferior de 4,17% e superior de 4,28%, variação decorrente ao intervalo de confiança (95%).

**Tabela 1:** Análises estatísticas dos índices de mortalidade no período de 10 anos.

<b>Ano</b>	<b>Média</b>	<b>Média Harmônica</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Coeficiente Variação</b>	<b>Intervalo Confiança</b>
<b>2001</b>	3,59	2,63	2,46	68	0,18
<b>2002</b>	4,01	3,09	2,51	62,5	0,18
<b>2003</b>	4,21	3,68	2,03	48,2	0,15
<b>2004</b>	4,38	3,93	1,52	34,7	0,12
<b>2005</b>	4,57	3,18	2,23	48,7	0,17
<b>2006</b>	4,28	2,77	1,60	37,3	0,12
<b>2007</b>	4,70	4,01	2,53	53,8	0,20
<b>2008</b>	4,62	3,74	2,98	60	0,21
<b>2009</b>	4,16	3,52	1,96	47,1	0,14
<b>2010</b>	3,79	2,13	1,72	45,3	0,15

Em discussão a tabela, a média dos índices de mortalidade nos 10 anos se fixou entre um limite inferior de 4,17% e superior de 4,28%, variação decorrente ao intervalo de confiança (95%). O histograma (figura 1), apresenta o comportamento dos índices no período de estudo e como se pode observar, houve variações significativas no período, uma vez que o coeficiente de variação se fixou em 52%, o qual, segundo Spiegel (1977), é considerado de alta dispersão.



**Figura 1:** Comportamento dos índices de mortalidade no período de 2001 a 2010

Realizando uma análise através da média dos índices de mortalidade obtidos (4,23) e levando em consideração o desvio padrão (2,2), somando a média com três desvios padrões à direita, obtêm-se o resultado de 10,83. Tal resultado é compatível com a normativa estipulada no O Ofício circular / DSA nº 7 de 2007 (BRASIL, 2007), podendo-se considerar, desta forma, que, índices de mortalidade de lotes de frangos de corte acima de 10% devam receber atenção imediata para vigilância da DNC.



## CONCLUSÕES

Diante do exposto, pode-se concluir que, os índices de mortalidade na região sul, em lotes de frangos de corte fixaram-se entre uma margem de 4,17% à 4,28% no período de 2001 à 2010, entrando de acordo com Abreu e Abreu (2000). Ainda sim, em se tratando da vigilância para Doença de Newcastle, índices acima de 10% são indicativos de colheita de material para análise.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, V.M.N.; ABREU, P.G. Planejamento de aviários para criação de frangos de corte. **CT 262. Embrapa Suínos e Aves**, 2000. p 1-4.

ALBINO, L.F.T.; TAVERNARI, F.C. *Produção e manejo de frangos de corte*. Série Didática. Ed. UFV, Viçosa, MG, 2008. 88p.

**BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento,**

\_\_\_\_\_: **Ofício circular / DSA nº 7 de 2007**. Secretaria de Defesa Agropecuária –SDA, Departamento de Sanidade Animal – DAS. Janeiro de 2007.

BRUM, B.V. Descrição sinótica de dias de impacto na produção de frangos de corte. **Workshop. VII ed.** Santa Maria, 2011.

FIGUEIREDO, E.A.P. Avaliação do desempenho de frangos de corte. In\_\_\_\_: **Sistemas de produção de frangos de corte**. Embrapa Suínos e Aves. ISSN 1678-8850. Versão eletrônica. 2003.

SPIEGEL, M.R. **Estatística: Resumo da teoria**. Ed. McGraw-Hill do Brasil, São Paulo, 1977. 580 p.

## **CAPITULO V**

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

## **Simulação da disseminação da Doença de Newcastle relacionando o trânsito de veículos entre empresas integradoras e unidades de produção de frangos de corte<sup>9</sup>**

Diana Bertani Giotto<sup>10</sup>

**RESUMO** - 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

---

<sup>9</sup> Dissertação de mestrado da primeira autora

<sup>10</sup> Médica Veterinária, MSc., Professora do Colégio Agrícola de Frederico Westphalen (CAFW/UFSM), Doutoranda do PPGCV/UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. Email: dbertani@hotmail.com

## **Simulation of spread of the Newcastle disease relating the traffic of vehicles between companies and poultry farms**

**ABSTRACT** - 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.

**Keywords:** Newcastle Disease, Basic Reproductive Rate, Reed-Frost Model

## INTRODUÇÃO

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 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 (raio de 3 km) e vigilância (raio de 10 km) e deverá ser coletado material para diagnóstico laboratorial definitivo.

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. Como se tratava de uma criação de subsistência e área 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 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. Todas as informações expressas neste estudo, referente ao levantamento de dados são reais, atuais e integrantes dos processos de logística dessas empresas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A região escolhida para o desenvolvimento da pesquisa foi o Vale do Taquari, RS devido a sua grande produção avícola, especificamente de frangos de corte. Esta região 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, Nova Bréscia foi escolhida para ser a área de estudo, por ser o município de maior produção avícola do estado do Rio Grande do Sul.

### **Análise espacial**

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 e banco de dados com as coordenadas geográficas (latitude e longitude) das unidades de produção de frangos de corte integradas.

Os mapas físico-políticos 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 (unidade de produção), 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), como determina o Plano de Contingência para Influenza Aviária e Doença de Newcastle, 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.

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*. A randomização foi realizada por sorteio, mediante identificação e numeração de cada unidade de produção existente no município (229 produtores).

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

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 estratos (Tabela 1):

**Tabela 1:** Estratos da capacidade de alojamento de frangos de corte nas UPs

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

Em cada estrato 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.

### **Taxa Reprodutiva Básica**

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 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 e  $R_0 < 1$  não dissemina.

Para extração da componente  $R_0$ , utilizou-se a 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.

Taxa de Ataque: Para Thrusfield (2004), o termo taxa de ataque é usado para descrever a proporção de animais que desenvolvem a doença. A taxa de ataque foi calculada através número de granjas infectadas dividido pelo total de granjas expostas ao risco de contaminação.

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).

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 e visita do extensionista.

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. Desta forma, estimou-se um período de infectividade de 12 dias, entre o período de incubação, doença e morte das aves afetadas.

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 foi:



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.

### **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, a fim de definir, em um instante ‘t’, a proporção de produtores com alojamento e número de frangos alojados.

Este procedimento foi 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 (Tabela 2):

**Tabela 2:** Distribuição da população de frangos por classe de idade

<i>Estratos</i>	<i>Estratos</i>
1- Frangos alojados entre 1-5 dias	6- Frangos alojados entre 25-30 dias
2- Frangos alojados entre 5-10 dias	7- Frangos alojados entre 30-35 dias
3- Frangos alojados entre 10-15 dias	8- Frangos alojados entre 35-40 dias
4- Frangos alojados entre 15-20 dias	9- Frangos alojados entre 40-45 dias
5- Frangos alojados entre 20-25 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.

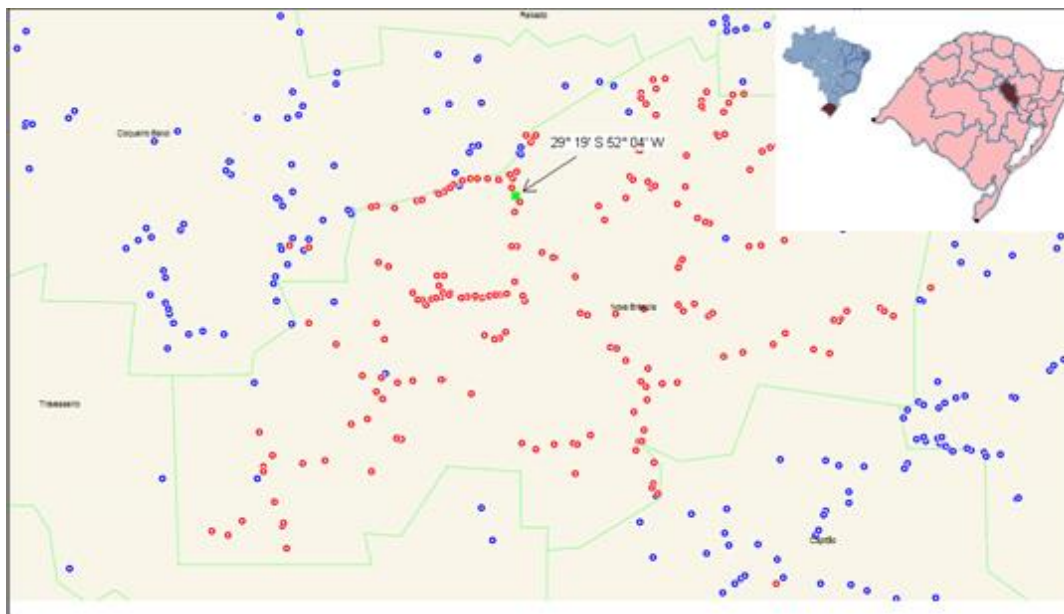
## Curva Epidêmica

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.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A propriedade sorteada para ser o caso *índice* é uma UP localizada próxima a divisa entre os municípios de Nova Bréscia e Coqueiro Baixo (em destaque na figura 2), 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.



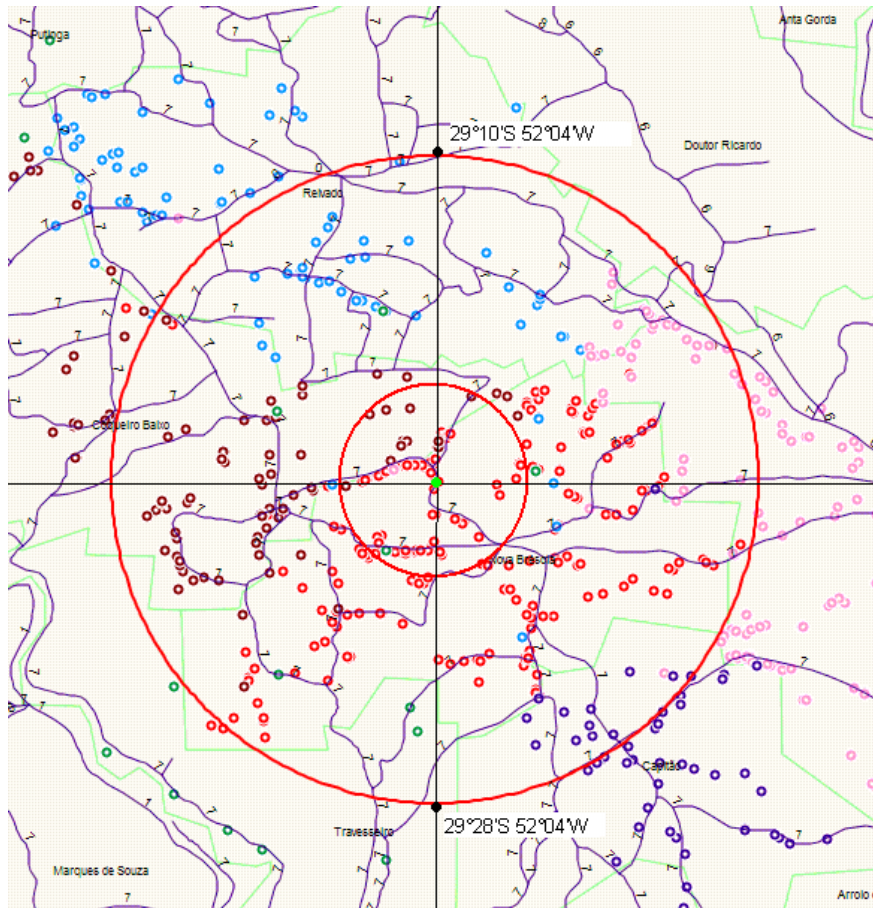
**Figura 1:** Mapa de superfície com a localização espacial das unidades de produção do município de Nova Bréscia e municípios vizinhos (Fonte: Sistema GeoAves-RS)

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 *index*, 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 Bréscia, estes municípios possuem grande produção avícola, com uma capacidade máxima de alojamento de aproximadamente 10.020.000 frangos.

Mediante a delimitação das zonas de controle e vigilância (figura 2), constatou-se a existência de 321 UPs (unidades de produção) na área, totalizando nestas, uma capacidade máxima de alojamento de 7.173.000 frangos.

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 3). 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.



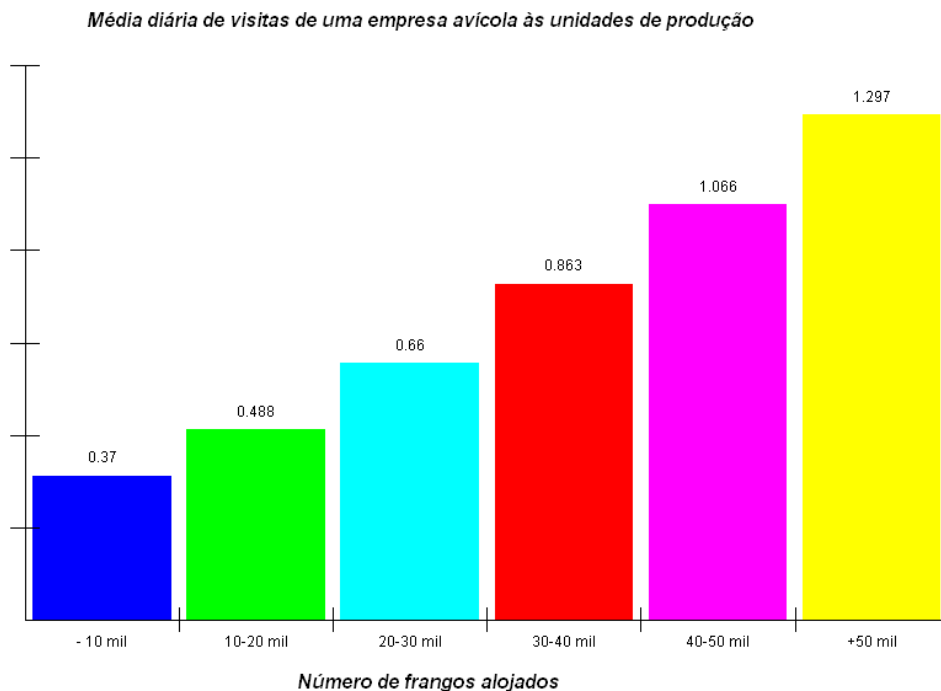
**Figura 2:** Unidades de produção estudadas e estabelecimento das zonas de proteção e vigilância.

Cada ponto representa uma Unidade de Produção (UP)

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.

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

Foi constatado que 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 3.



**Figura 3:** 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.

### **Extração da componente $R_0$**

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 da taxa de ataque (16%), número médio de contatos por unidade de tempo (0,79), e período de infectividade (12 dias), Tal resultado indica que cada granja infectada é capaz de infectar 1,51 granjas durante o período de infectividade do *paramyxovirus*.

**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 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. Durante este período de 12 dias que antecede a notificação do foco, existe a possibilidade de uma granja receber de três a dez visitas de caminhões de ração e extensionistas, como apresenta a tabela 3.

**Tabela 3:** 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 .

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, como apresenta a tabela 4.

**Tabela 4:** Riscos da propriedade *index* 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%

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

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, como demonstra a tabela 5.

**Tabela 5:** Probabilidade de alojamento de frangos nas zonas de proteção e vigilância

<i>Idade (dias)</i>	<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.

### **Modelo Reed-Frost**

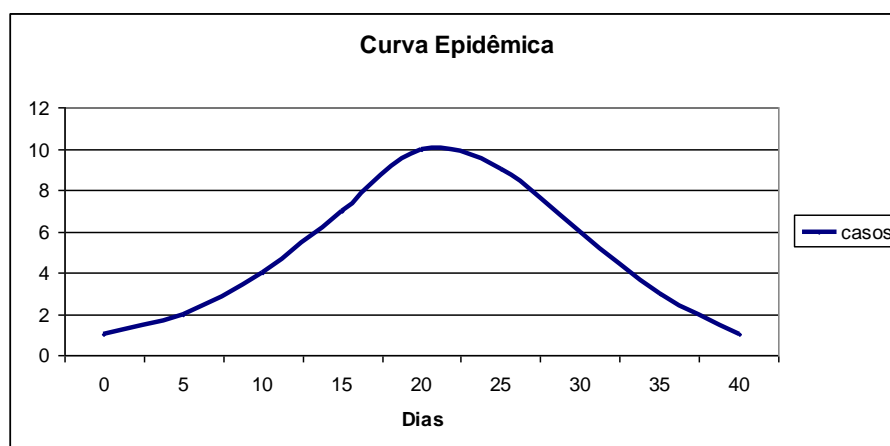
Como já exposto, na zona de proteção (3 km), dentre as 70 propriedades, 1 granja que representaria o foco, 49 granjas estariam susceptíveis a infecção, 8 estariam com frangos imunes e 12 em vazio sanitário. Também, como apresentado na tabela 8, média de visitas que uma granja recebe de extensionistas 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. Desta forma, foram obtidos os resultados da tabela 6.

**Tabela 6:** 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	-	-	-	-

Tais informações geraram dados para a delimitação da curva epidêmica, apresentada na Figura 4.



**Figura 4:** Curva epidêmica gerada pelo modelo Reed Frost

Através da curva epidêmica gerada pelo 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.

## CONCLUSÕES

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 a outras unidades de produção vizinhas. 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. 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 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, 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. Tal resultado demonstra 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.

## 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.

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

**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.

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.

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

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.

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

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

## CONCLUSÕES

Diante das informações repassadas para o desenvolvimento deste trabalho e a metodologia utilizada para o estudo do capítulo 1, a qual se limitou a fazer apenas uma análise bruta dos dados, pode-se considerar que as granjas de matrizes, as quais recebem vacinação para a Doença de Newcastle, não exercem influência sobre as unidades de produção de frangos de corte no raio de 3 km de estudo. Desta forma, pode-se considerar que as medidas de biossegurança adotadas pelas empresas avícolas localizadas no estado de Santa Catarina são eficientes, não dando indícios de que o vírus vacinal circule fora destas granjas.

No capítulo 2, na análise espacial e temporal das médias geométricas dos títulos (GMT), a análise estatística descritiva demonstrou que as médias anuais das 11.941 amostras dos GMTs no período de 2001 à 2010 variaram entre 1,14 à 1,60, apresentando resultados de alta dispersão, os quais são justificados através do estudo de séries temporais, onde a curva de tendência, evidenciou uma queda gradativa anual. Outro fator relevante a ser considerado é que, a curva de tendência apresentada na análise estatística, além de demonstrar o declínio, aponta para um patamar de estabilização, o qual fica entre os GMTs de 1,14 à 1,60.

Ainda sim, a média apresentada nos 10 anos foi de 1,42, com desvio padrão de 0,44, desta forma, diante dos dados repassados para pesquisa, a média das GMTs (1,42), somada a três desvios padrões à direita (0,44), chegou-se ao resultado  $\pm 3,0$ . Desta forma, pode-se sugerir que tal resultado seja um índice endêmico. Para tal sugestão, levaram-se em consideração, além dos resultados obtidos, as condições diferenciadas de relevo do estado de Santa Catarina, expressos na discussão dos resultados.

Os estudos geoestatísticos apresentados no capítulo 3 permitiram concluir que os títulos sorológicos apresentaram dependência espacial, sendo que um exerceu interferência sobre o outro. Os títulos 1/2 e 1/4 possuíram uma dependência de aproximadamente 12 km, 1/8 de aproximadamente 8 km e 1/16 de 5 km. À medida que os títulos aumentaram, a dependência espacial diminuiu, mas ainda sim, exercendo forte influência sobre os vizinhos. Quanto à metodologia empregada nesta fase de estudo, a geoestatística desempenhou papel fundamental, trazendo resultados de extrema relevância na demonstração de sua aplicabilidade nas ciências veterinárias.

Em relação às taxas de mortalidade, apresentadas no capítulo 4, concluiu-se que, os índices de mortalidade na região sul, em lotes de frangos de corte fixaram-se entre uma margem de 4,17% à 4,28% no período de 2001 à 2010, entrando de acordo com Abreu e Abreu (2000). Ainda sim, em se tratando da vigilância para Doença de Newcastle, índices acima de 10% são indicativos de colheita de material para análise, entrando de acordo com o Ofício circular / DSA nº 7 de 2007.

## **APÊNDICE A**

Tabela apresentando a capacidade estática de alojamento de cada granja de matrizes reprodutoras, propriedades de subsistência e avicultores industriais localizados em um raio de pesquisa de 3 km, tendo como eixo central a granja de matrizes e o número de unidades de produção de frangos de corte com monitoramento sorológico para Doença de Newcastle no período de 2000 à 2010 neste raio de 3 km.

Capacidade Matreiro	Propriedades Subsistência	Avicultores industriais	Sorologia 2000	Sorologia 2001	Sorologia 2002	Sorologia 2003	Sorologia 2004	Sorologia 2005	Sorologia 2006	Sorologia 2007	Sorologia 2008	Sorologia 2009	Sorologia 2010
600000	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
162000	9	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
140000	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
110000	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
105000	7	17	3	0	4	3	0	0	0	0	2	0	0
95000	36	5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
90000	24	23	1	2	1	6	4	5	1	4	1	0	0
90000	19	21	2	2	3	2	4	3	1	4	1	0	0
84000	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80000	10	2	0	0	0	3	0	1	0	0	0	3	1
77000	6	17	3	0	6	4	0	0	0	2	3	0	0
75000	25	1	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
66000	7	19	3	0	7	4	0	0	0	2	3	0	0
66000	17	18	2	0	5	2	4	2	0	0	4	0	0
66000	24	20	1	2	2	6	3	3	1	3	3	1	0
55000	25	21	2	2	2	2	4	2	1	4	4	1	0
44000	7	14	3	0	5	3	0	0	0	0	1	0	0
33000	7	16	3	0	7	3	0	0	0	0	2	0	0
33000	23	17	3	1	3	5	0	1	2	2	1	1	0
25500	14	12	1	1	2	0	0	0	2	0	0	1	1
24000	43	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24000	39	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24000	47	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22000	11	10	3	2	2	1	2	2	2	1	0	0	1
22000	25	20	2	2	2	5	3	2	2	1	3	1	0







## APÊNDICE B

Dependência espacial dos títulos – Região central de Santa Catarina, Brasil

<b>FID*</b>	<b>1/2</b>	<b>¼</b>	<b>1/8</b>	<b>1/16</b>	<b>PONTOS BUFFER ** RAIO 10 KM</b>
<b>0</b>	-	-	-	-	2
<b>2</b>	-	-	-	-	1
<b>3</b>	-	-	-	-	1
<b>6</b>	-	-	-	-	1
<b>7</b>	-	-	-	-	2
<b>11</b>	-	-	-	-	2
<b>10</b>	-	-	-	-	1
<b>1</b>	-	-	-	-	2
<b>4</b>	-	-	-	-	1
<b>5</b>	2274,37	2053,99	-	-	12
<b>12</b>	-	-	-	-	2
<b>9</b>	-	-	-	-	5
<b>8</b>	-	-	-	-	6

\*FID: código de identificação das unidades de produção      \*\*PONTOS *BUFFER*: número de unidades de produção de frangos de corte no raio de 10Km, tendo como eixo central, o matrizeiro.

## APÊNDICE C

Dependência espacial dos títulos – Região sul de Santa Catarina, Brasil

FID*	1/2	¼	1/8	1/16	PONTOS BUFFER ** RAIO 10 KM
19	-	-	-	-	2
20	-	-	-	-	3
36					4
39					3
42					4
65					5
13	12426,1	10955,2	12974,9	-	10
14	11968,5	5642,65	-	-	8
26	16597,3	15895,3	13166,7	7190,94	27
25	7609,79	1333,57			
27	7609,79	1333,57	1315,55	-	8
28	4226,3	11232,9	64,985	-	16
21	7775,04	14780,6	4878,61	-	16
23	6943,39	7258,36	6091,25	-	16
29	7775,04	17780,6	4878,61	-	16
33	6973,39	7258,36	6091,25	-	16
18	3602,62	17100,7	5218,81	-	23
38	3602,62	17100,7	5218,81	-	23
44	3665,77	12303,8	4256,89	-	29
22	15606,2	12934,9	14945,1	-	17
30	15606,2	12934,9	14945,1	-	17
31	15272,9	14626,7	103,947	-	26
37	15605,5	12934,9	14945,1	-	17
43	15217,2	14573,3	103,946	-	25
61	15605,2	12934,9	14945,1	-	17
63	15605,2	12934,9	14945,1	-	17
34	18548,5	1507,23	4446,8	-	25
40	18345,3	18345,3	18345,3	-	23
41	18345,3	18345,3	18345,3	-	23

\*FID: código de identificação das unidades de produção de frangão de corte no raio de 10Km,

\*\*PONTOS BUFFER: número de unidades

## APÊNDICE D

### PROCEDIMENTO DESENVOLVIDO EM CADA *BUFFER*

Os procedimentos que são descritos a seguir, foram realizados nos 77 raios de pesquisa abertos nas três regiões do estado de Santa Catarina, sendo importante salientar que foi também realizada a análise individual dos títulos sorológicos (1/2, 1/4, 1/8 e 1/16), tanto na análise do histograma, para ajustamento do semi-variograma como a dependência espacial, para depois ser extraída a média de alcance de cada título.

Inicialmente fez-se a seleção do *buffer*, que corresponde ao raio de 10 km de pesquisa (em destaque na figura 1).

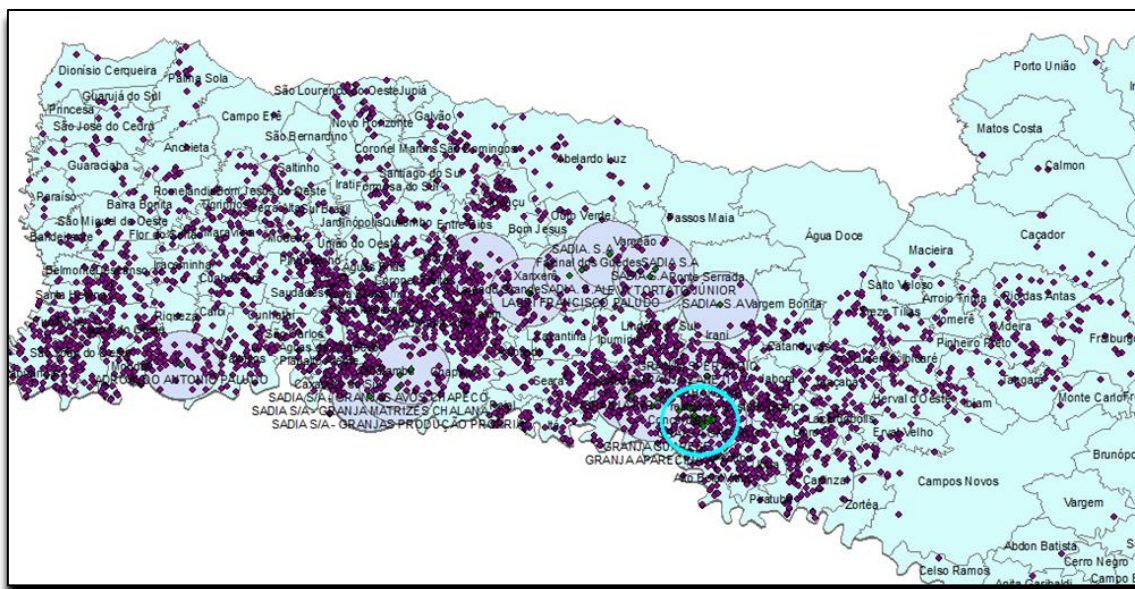


Figura 1

Foram localizados todos pontos dentro do *buffer*, os quais correspondem as unidades de produção de frango de corte (figura 2):

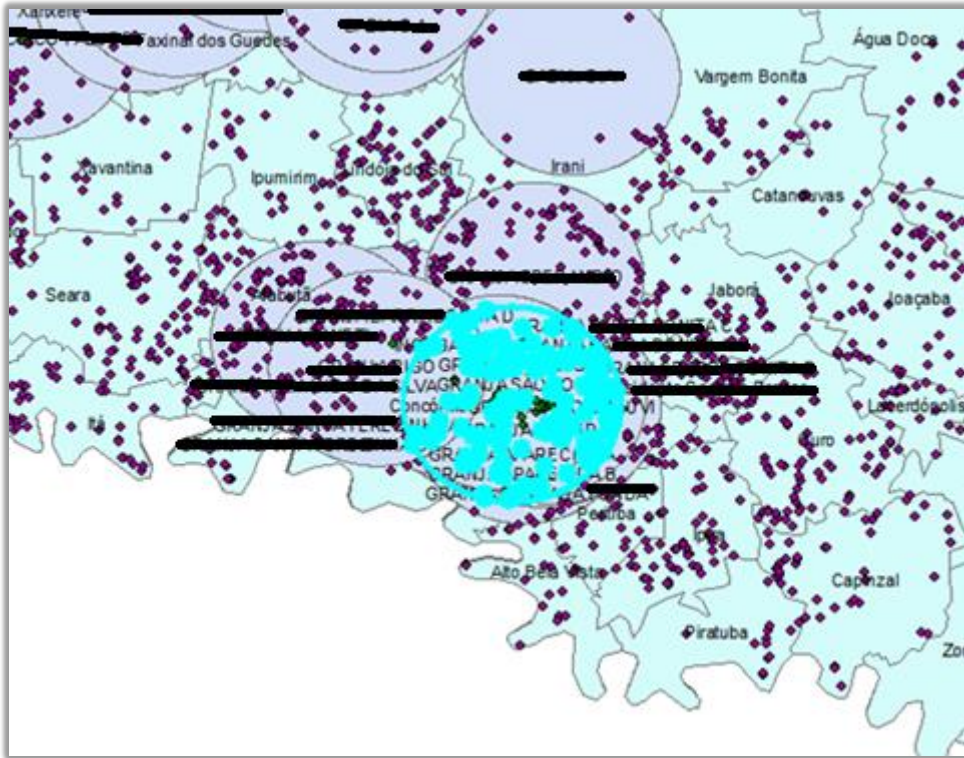


Figura 2

Com a localização de todos pontos no *buffer*, fez-se análise de distribuição de frequência dos títulos ( $1/2$ ,  $1/4$ ,  $1/8$  e  $1/16$ ) como exemplificado na figura 3 (histograma). Este procedimento foi realizado com objetivo de avaliar o comportamento dos títulos e ajustamento do semi-variograma. Neste caso, todos apresentaram comportamento esférico, sendo este adotado como padrão para todas as análises.

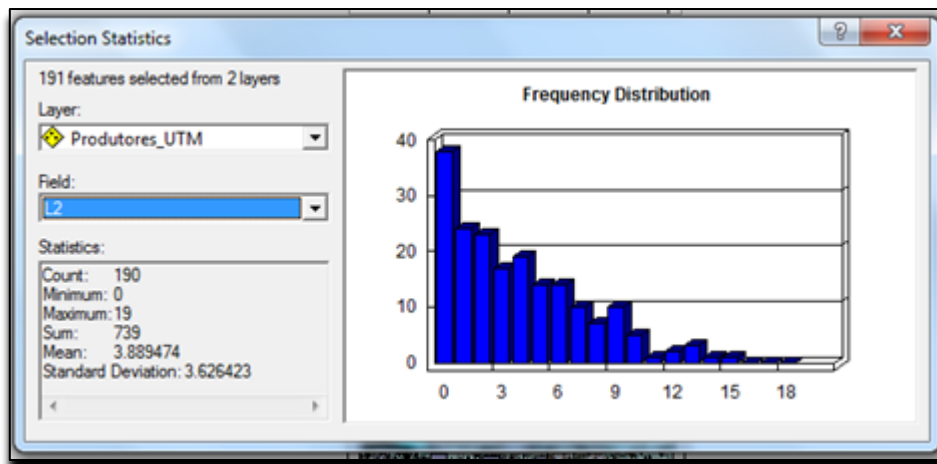


Figura 3

Desta forma, procedeu-se o início da análise geoestatística, método de krigagem foi empregando tendo como atributos os títulos sorológicos de cada lote (1/2, 1/4, 1/8 e 1/16). Número de *lags* usado como padrão foi 12, havendo uma interpolação aproximada entre vizinhos de 1.600 metros. Com a krigagem universal, na forma de predição de mapas, obteve-se o ajustamento do semi-variograma e a dependência espacial de cada título, expressa em metros neste raio de 10 km, como demonstra a figura 4.

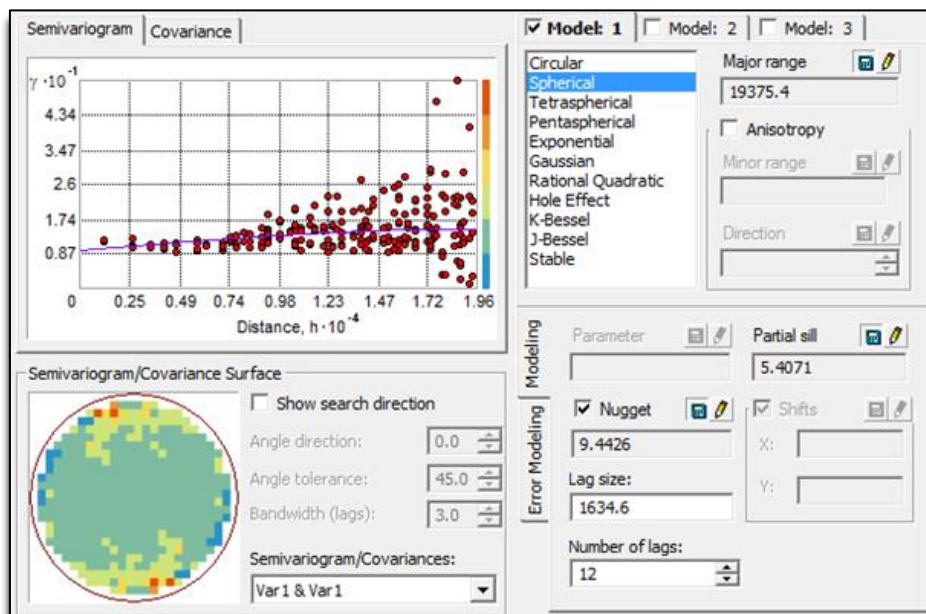


Figura 4

Em análise a figura 4, destaca-se os seguintes elementos para interpretação dos resultados:

*Major range*: resultado expresso em metros da dependência espacial que cada título obteve.

*Nugget*: patamar (momento qual estabiliza o semi-variograma e demonstra que os títulos não exercem mais dependência no espaço)

Semi-variograma: ajustamento da variância e suas distâncias.

*Surface*: Superfície demonstrando a distribuição dos pontos.