

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOMÁTICA**

**SISTEMA INTEGRADO DE GEOINFORMAÇÃO  
APLICADO À VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA  
VETERINÁRIA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Bruno Rocha de Melo**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2012**

**SISTEMA INTEGRADO DE GEOINFORMAÇÃO APLICADO À VIGILÂNCIA  
EPIDEMIOLÓGICA VETERINÁRIA**

**Bruno Rocha de Melo**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geomática, Área de Concentração Tecnologia de Geoinformação, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Geomática**.

**Orientador: Prof. Dr. Enio Giotto**  
**Co-Orientador: Prof. Dr. João Paulo A. Haddad**

Santa Maria, RS, Brasil

2012

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Geomática**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**SISTEMA INTEGRADO DE GEOINFORMAÇÃO APLICADO À  
VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA VETERINÁRIA**

elaborada por  
**Bruno Rocha de Melo**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Geomática**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**Enio Giotto, Dr.**  
(Presidente/Orientador)

---

**João Paulo A. Haddad, Dr. (UFMG)**

---

**Elódio Sebem, Dr. (UFSM)**

Santa Maria, 11 de Junho de 2012

## **DEDICATÓRIA**

À minha amada esposa Pollyanna.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela oportunidade do crescimento intelectual.

Ao Prof. Giotto, pela contribuição única em minha vida profissional.

Ao Prof. João Paulo, pela paciência e disposição em me ajudar.

Ao Prof. Sangoi e Jane, pela especial amizade e carinho.

Aos Professores do Colégio Politécnico, Claire, Elódio e Patric, pelo apoio na concepção e desenvolvimento desse trabalho.

Aos Professores do PPGG.

Aos meus colegas do mestrado.

Aos amigos do laboratório de Geomática.

Muito obrigado.

## **EPIGRAFE**

*“O preço da liberdade é a eterna vigilância”*

*(sem autor confirmado)*

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Geomática  
Universidade Federal de Santa Maria

### **SISTEMA INTEGRADO DE GEOINFORMAÇÃO APLICADO À VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA VETERINÁRIA**

AUTOR: BRUNO ROCHA DE MELO

ORIENTADOR: ENIO GIOTTO

CO-ORIENTADOR: JOÃO PAULO A. HADDAD

Local da Defesa e data: Santa Maria, 11 de Junho de 2012

Sistemas de informação voltados à estocagem e tratamento de dados da sanidade animal são ferramentas fundamentais para comprovar as ações de vigilância epidemiológica realizadas pelos governos federal, estaduais e municipais. Tais softwares promovem transparência nas ações executadas pelos órgãos de defesa agropecuária, atendendo aos anseios dos mercados importadores na aquisição de produtos inócuos a sua população humana e animal. Nesse contexto, objetivou-se desenvolver um sistema integrado de geoinformação voltado à vigilância epidemiológica veterinária, baseando-se na abstração da realidade estrutural, dos processos operacionais e informacionais do órgão do serviço veterinário oficial do estado de Minas Gerais. A realização dessa pesquisa esteve estruturada em quatro etapas: primeira, formulação de um referencial teórico-prático; segunda, estruturação de um banco de dados espacial como repositório central de dados; terceira, desenvolvimento de um sistema de informação geográfica integrado ao repositório central; e, quarta, teste e validação prática. A metodologia de desenvolvimento de sistemas híbridos mostrou-se eficiente em uma instituição de grande capilaridade administrativa, e a possibilidade de integração com bancos de dados externos indicou um novo potencial para o aperfeiçoamento da defesa agropecuária. O sistema gerencial de casos de doenças e vacinação de rotina (informes sanitários) ofereceu a maior contribuição aos objetivos primários da vigilância veterinária, com incrementos em qualidade e rapidez na obtenção dos dados. O Sistema de Informação Geográfica demonstrou-se eficaz na transposição dos dados tabulares para o ambiente espacial, apresentando-se como diferencial do sistema proposto.

**Palavras-chave:** Geomática. Sistema de Geoinformação. Sistema de Informação Geográfica. Vigilância Epidemiológica. Saúde Animal. .Net Framework.

## **ABSTRACT**

Master Course Dissertation  
Post-Graduate Course in Geomatics  
Universidade Federal de Santa Maria

### **INTEGRATED GEOINFORMATION SYSTEM APPLIED TO VETERINARY EPIDEMIOLOGICAL SURVEILLANCE**

**AUTHOR: BRUNO ROCHA DE MELO**  
**ADVISER: ENIO GIOTTO**  
**CO-ADVISER: JOÃO PAULO A. HADDAD**  
Defense Place and Date: Santa Maria, June 11<sup>nd</sup>, 2012.

Information systems focused on the storage and processing data of animal health are fundamental tools to prove the epidemiological surveillance actions performed by federal, state and municipal government. These softwares promote transparency in the actions performed by defense agencies livestock, given the concerns of importing markets in the acquisition of safe products to its human and animal population. In this context, it was aimed to develop an integrated geoinformation system focused on veterinary epidemiological surveillance, based on structural abstraction of reality, informational and operational processes of the agency's veterinary service of the state of Minas Gerais. The achievement of this research has been structured in four steps: first, the formulation of a theoretical-practical; second, structuring a spatial database as a central data repository; third, developing a geographic information system integrated into the central repository; and fourth, testing and validation practice. The methodology for developing hybrid systems proved effective in a large capillary administrative institution, and the possibility of integration with external databases indicated a new potential for the improvement of agricultural defense. The management system diseases cases and routine immunization (health reports) provided the largest contribution to the primary objectives of veterinary surveillance, with increases in quality and speed of data collection. The Geographic Information System has shown to be effective in the implementation of the tabular data to the space environment, presenting itself as a differential of the proposed system.

**Key words:** Geomatics. Geoinformation System. Geographic Information System. Epidemiological Surveillance. Animal Health. .Net Framework.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - Responsabilidades compartilhadas no âmbito do PNEFA. (Adaptado de MAPA, 2007).....	9
FIGURA 2 - Principais componentes do sistema de vigilância veterinária proposto pela Organização Mundial de Saúde Animal – OIE. (MAPA, 2007).....	13
FIGURA 3 - Mapa representado por células, demonstrando diferentes resoluções. (Adaptado de ASSAD e SANO, 1998). ....	18
FIGURA 4 – Representação de formatos vetorial e raster adaptado de (KONECNY, 2003). ....	18
FIGURA 5 - Exemplo de ligação entre geo-objeto e objeto não espacial. (CÂMARA et al., 2001).....	19
FIGURA 6 - Conceito de estrutura de um Sistema de Informação Geográfica. (Adaptado de KONECNY, 2003). ....	21
FIGURA 7 - Configuração básica de um SIG. (MIRANDA, 2005) .....	23
FIGURA 8 – Uso de mapa de quadrantes ( <i>grid maps</i> ) para identificação, monitoramento, comunicação de casos de doenças em animais. Bagé, Rio Grande do Sul, Brazil. (ASTUDILLO, 1983).....	26
FIGURA 9 - Caracterização regional da febre aftosa no Brasil em 1981. Adaptado de (ASTUDILLO, 1983). ....	27
FIGURA 10 - Representação do modelo de análise da informação geográfica sobre a população animal e atributos sanitários. (Adaptado de FAO, 2005).....	29
FIGURA 11 - Esquema de processamento e análise de dados. (Adaptado de FAO, 2005)....	29
FIGURA 12 - Etapas de cadastramento de propriedades rurais para fins sanitários.....	37
FIGURA 13 - Cartão de Controle Sanitário, evidenciando o código da propriedade pertencente ao setor "A" do município de Franciscópolis, MG. ....	38
FIGURA 14 - Estrutura organizacional simplificada - IMA .....	42
FIGURA 15 - Número de atividades operacionais planejadas em 2011. ....	45
FIGURA 16- Integração de bases de dados no sistema GEODSA.....	57
FIGURA 17 - Hierarquia da estrutura de gestão do sistema GEODSA.....	60
FIGURA 18 - Cadastro de produtor rural.....	61
FIGURA 19 - Cadastro de propriedade rural: informações de identificação e georreferenciamento .....	62

FIGURA 20 - Cadastro de Propriedade Rural: informações de Pecuária .....	63
FIGURA 21 - Cadastro de propriedades rurais: georreferenciamento com o GEODSA e plugin GMAPS. ....	65
FIGURA 22 - Registro de explorações pecuárias no sistema GEODSA. ....	66
FIGURA 23 - Exploração pecuária: dados sobre bovinos, bubalinos e ovinos.....	67
FIGURA 24 - Exploração pecuária: dados sobre suídeos. ....	67
FIGURA 25 - Exploração pecuária: dados sobre aves. ....	67
FIGURA 26 - Exploração pecuária: dados sobre equinos e caprinos. ....	68
FIGURA 27 - Cadastro de estabelecimentos agroindustriais .....	68
FIGURA 28 - Cadastro de estabelecimentos revendedores de produtos veterinários.....	69
FIGURA 29 - Gestão de Pontos de Risco Sanitário no sistema GEODSA.....	71
FIGURA 30 - Registro de novo caso de Laringotraqueíte Infecciosa Aviária no sistema GEODSA.....	72
FIGURA 31 - Registro de vacinação de rotina contra Doença de Marek e Newcastle no sistema GEODSA. ....	73
FIGURA 32 - Estabelecimento de conexão a base local ou web. ....	74
FIGURA 33 - Acesso as funções de importação e exportação de dados entre base local e web. ....	75
FIGURA 34 - Interface de importação de Pontos de Risco para a base de dados local. ....	76
FIGURA 35 - Interface de exportação de Pontos de Risco Sanitário para a base de dados web. ....	76
FIGURA 36 - Tela principal do SIG do GEODSA. ....	78
FIGURA 37 – Espacialização de explorações pecuárias de aves do município de Pará de Minas, MG.....	79
FIGURA 38 – Exemplo de composição de relatório espacial de propriedades rurais. ....	80
FIGURA 39 - Exemplo de composição de relatório espacial de exploração pecuária de aves (granjas de aves). ....	81
FIGURA 40 - Composição de relatório espacial para pontos de risco sanitário. ....	82
FIGURA 41 - Inclusão de pontos de risco em mapa contendo granjas de aves e casos/suspeitas de doenças. ....	83

FIGURA 42 - Composição de relatório espacial sobre informes sanitários.....	84
FIGURA 43 - Apresentação de casos fictícios de Doença de Marek no município de Pará de Minas, MG .....	84
FIGURA 44 - Estabelecimento de área de foco a partir de propriedade rural com caso confirmado de doença.....	86
FIGURA 45- Mensuração da distância entre duas granjas de suínos no município de Uberlândia, MG. ....	87
FIGURA 46 - Sugestão de rota a partir da indicação de ponto inicial, intermediário e final.	88

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - EXEMPLOS DE SINÔNIMOS PARA SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E A FONTE OU MOTIVAÇÃO POR TRAZ DESSA DERIVAÇÃO. ADAPTADO DE DEMERS (1999). .....	20
TABELA 2 - DISTRIBUIÇÃO DE MÉDICOS VETERINÁRIOS DO INSTITUTO MINEIRO DE AGROPECUÁRIA. IMA, 2010 .....	43
TABELA 3 - DISTRIBUIÇÃO DE OUTROS PROFISSIONAIS DIRETAMENTE LIGADOS À SANIDADE ANIMAL. IMA, 2010. ....	43
TABELA 4 - INFRAESTRUTURA DE EQUIPAMENTOS E SERVIÇOS. IMA, 2010 .....	44
TABELA 6 - REQUISITOS PRINCIPAIS DO SISTEMA GEODSA.....	46
TABELA 5 - SISTEMAS DE INFORMAÇÃO EM USO NO IMA.....	54

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGE	Assessoria de Gestão Estratégica
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
CPU	Central Processing Unit
CSV	Comma-separated values
CTM	Cadastro Técnico Multifinalitário
DER	Diagrama de Entidade-Relacionamento
DSA	Departamento de Saúde Animal
ESEC	Escritório Seccional
FAO	Food and Agriculture Organization
GAVEA	Grupo de Atenção Veterinária Especial em Avicultura
GEODSA	Sistema de Georreferenciamento e Defesa Sanitária Animal
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
GTA	Guia de Trânsito Animal
IAAP	Influença Aviária de Alta Patogenicidade
IMA	Instituto Mineiro de Agropecuária
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
ODBC	Open Database Connectivity
OIE	Organização Mundial de Saúde Animal
OLEDB	Object Linking and Embedding Database
OMC	Organização Mundial do Comércio
PANAFTOSA	Centro Panamericano de Febre Aftosa
PDA	Personal Digital Assistant
PNCEBT	Programa Nacional de Controle e Erradicação de Brucelose e Tuberculose
PNCRH	Programa Nacional de Controle da Raiva dos Herbívoros
PNEFA	Programa Nacional de Erradicação de Febre Aftosa
PNSA	Programa Nacional de Sanidade Avícola
PNSS	Programa Nacional de Sanidade Suídea
SENASA	Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria
SGDB	Sistema Gerenciador de Bancos de Dados
SGS	Sistema de Gestión Sanitaria
SIDAGRO	Sistema de Defesa Agropecuária
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SISCOF	Sistema de Controle e Fiscalização de Barreiras
SVE	Serviço Veterinário Estadual
SVO	Serviço Veterinário Oficial
SUASA	Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária
SUS	Sistema Único de Saúde
UFMS	Universidade Federal de Santa Maria

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>3</b>
2.1 Objetivo Geral .....	3
2.2 Objetivos Específicos.....	3
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>4</b>
3.1 A Defesa Agropecuária .....	4
3.2 O Serviço Veterinário Oficial.....	5
3.2.1 Principais características e funções .....	5
3.3 A Vigilância Epidemiológica e a Gestão da Informação.....	9
3.4 A Geomática.....	13
3.4.1 Abordagens conceituais.....	13
3.5 Modelagem e projetos de bancos de dados.....	14
3.5.1 Modelagem conceitual de dados convencionais.....	14
3.5.2 Modelagem conceitual de dados geográficos.....	16
3.5.3 Tipos de dados em um sistema de informação geográfica.....	17
3.6 Sistemas de Informação Geográfica – SIG .....	19
3.6.1 Definições terminológicas .....	19
3.6.2 Componentes de um SIG.....	20
3.6.3 Sistemas de Informação Geográfica na Sanidade Animal .....	23
3.6.1 Capacitação de profissionais na utilização de SIG.....	33
3.7 Cadastro Técnico Multifinalitário - CTM.....	35
3.7.1 Origem e Definições .....	36
3.7.2 O cadastramento de imóveis rurais para fins da defesa agropecuária .....	37
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>40</b>
4.1 Estratégia de conceituação, estruturação da base de dados e requisitos do sistema..	40
4.2 Ambiente de aplicação do sistema.....	41
4.3 Análise de Requisitos.....	45
4.3.1 Sistema GEODSA: requisitos principais.....	45
4.3.2 Requisitos do SIG aplicados à estruturação do GEODSA .....	49
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>51</b>
5.1 Georreferenciamento de propriedades rurais em Minas Gerais .....	51
5.2 Diagnóstico dos sistemas de informação e informação geográfica .....	53
5.3 Sistema GEODSA .....	56
5.3.1 Estratégia de integração de dados.....	56
5.3.2 Gestão de cadastros de produtores rurais .....	59
5.3.3 Gestão de cadastros de propriedades .....	61
5.3.4 Cadastro de explorações pecuárias .....	65
5.3.5 Cadastro de estabelecimentos agroindustriais .....	68
5.3.6 Cadastro de estabelecimentos revendedores de produtos veterinários.....	69
5.3.7 Gestão de Pontos de Risco.....	70
5.3.8 Gestão de Informes Sanitários de Doenças e Vacinações de Rotina.....	71
5.3.9 Atualização de dados de informações via <i>Web Services</i> .....	74
5.4 Sistema GEODSA - Módulo de Geoprocessamento (SIG) .....	77
5.4.1 Espacialização de Propriedades Rurais e Explorações Pecuárias .....	78
5.4.2 Pontos de Risco Sanitário .....	81
5.4.3 Espacialização de informes sanitários e vacinações de rotina.....	83
5.4.4 Estabelecimento da área de isolamento em torno de focos de doença.....	85

<b>5.4.5</b> Estabelecimento de distâncias entre dois objetos .....	86
<b>5.4.6</b> Composição de trajetos em redes viárias.....	87
<b>5.5</b> Testes e Validação do Sistema .....	<b>88</b>
<b>6</b> CONCLUSÃO .....	<b>90</b>
<b>7</b> PERSPECTIVAS FUTURAS E RECOMENDAÇÕES .....	<b>92</b>
<b>8</b> REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	<b>93</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O mundo vive na atualidade um período de grande apreensão em todas as áreas da economia, em particular após a crise dos Estados Unidos em 2008, que desencadeou seus reflexos em outros países até então considerados sólidos e inabaláveis. Momentos históricos como este levam os governos a adotarem medidas protecionistas que ferem os princípios da legitimidade concorrencial. No caso dos produtos agropecuários, tais medidas protecionistas geralmente se apóiam em falsos impeditivos sanitários.

O Brasil ocupa lugar de destaque no cenário agropecuário mundial, consolidando com o passar dos anos a imagem de país “celeiro do mundo”, fornecedor de proteínas de alto valor biológico advindas especialmente da produção em grande escala de carne, leite, ovos, peixes e aves. Estudos realizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, (MAPA) através de sua Assessoria de Gestão Estratégica aponta que o Agronegócio brasileiro apresenta uma forte tendência de crescimento para os próximos anos (Brasil, 2011).

Além do aumento do consumo do mercado interno brasileiro impulsionado pela ascensão do poder de compra de classes mais baixas da população, tornou-se claro que grandes nações do mundo terão dificuldades de atender às suas próprias demandas devido ao esgotamento de suas áreas agricultáveis, sofrendo ainda com tendência mundial de urbanização que retira trabalhadores do campo.

Segundo Brasil (2011), as perspectivas de produção para os três principais tipos de carnes indicam elevado crescimento no período de 2010/2011 a 2020/2021, em que a carne de frango lidera com uma projeção de 2,6% de incremento anual. Já a carne bovina deverá crescer cerca de 2,2% a.a e a carne suína, próximo a 1,9% a.a., o que indica que a cadeia produtiva continuará em condições de abastecer tanto o mercado doméstico quanto às demandas de exportação.

Em relação às exportações, a perspectiva de crescimento é ainda maior, projetando um quadro favorável a novos investimentos no setor. As carnes de frango e de suínos lideram as taxas de crescimento anual das exportações, com taxa anual prevista para a carne de frango de 2,9% e para a carne suína de 2,8% a.a. A carne bovina deve atingir uma média anual de 2,6%

de crescimento nas exportações (Brasil, 2011).

Apesar do comércio externo de carnes do Brasil possuir grande representatividade para o setor e para a economia nacional, vários fatores podem interferir nas vendas destes produtos a outros países. Como já foi dito, as questões sanitárias estão entre as barreiras mais restritivas e que, com frequência, têm impedido ou limitado vários países de exportar seus produtos.

A criação da Organização Mundial do Comércio e a celebração do Acordo de Medidas Sanitária e Fitossanitárias (Acordo SPS), em meados da década de 1990, provocaram uma série de mudanças no comércio internacional de produtos agropecuários. Segundo o Acordo SPS (WTO,2012), os países signatários da OMC têm o direito de estabelecer medidas para evitar a entrada e o estabelecimento de organismos perigosos à sua atividade agropecuária. Um exemplo do uso dessa prerrogativa foi a suspensão da importação de carne bovina pela União Européia, em 2008, por considerar que o Brasil não realizava um trabalho de rastreabilidade da cadeia bovina adequado aos critérios europeus.

Conforme exposto na publicação Uma nova Estratégia de Saúde Animal da União Européia (2007-2013) sob o lema “Mais vale prevenir do que remediar” (Europeia, 2007), a saúde animal representa um grande motivo de preocupação para os europeus. Esta preocupação deriva dos aspectos da saúde animal que se relacionam com a saúde pública e a segurança alimentar, mas também dos custos econômicos ocasionados pelos surtos de doenças animais, incluindo as implicações em seu controle e erradicação.

Sistemas de informação voltados à estocagem e tratamento de dados da sanidade animal são ferramentas fundamentais para comprovar as ações de vigilância epidemiológica realizadas pelos governos federal, estaduais e municipais. Tais softwares promovem transparência nas ações executadas pelos órgãos de defesa agropecuária, atendendo aos anseios dos mercados importadores na aquisição de produtos inócuos a sua população humana e animal.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo Geral

Desenvolver um sistema integrado de geoinformação voltado à vigilância epidemiológica veterinária, para que possa ser utilizado como ferramenta na captação e análise de dados sobre a saúde das populações animais.

### 2.2. Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo geral serão necessários os seguintes objetivos específicos:

- Formular, a partir de um estudo analítico, um referencial teórico-prático sobre as características ligadas à estrutura e função do Serviço Veterinário Oficial - SVO e sobre a gestão da informação no âmbito da vigilância epidemiológica veterinária;
- Estruturar um banco de dados espacial sobre a plataforma *web*, que possibilite integrar os dados gerados pelo serviço veterinário oficial e que estejam alocados primariamente em outros sistemas de informação;
- Desenvolver um Sistema de Informação Geográfica – SIG – sobre a plataforma *desktop*, integrado ao banco de dados *web*, com funcionalidades especificamente desenvolvidas ao atendimento das demandas da vigilância epidemiológica veterinária;
- Verificar através de testes práticos a aplicabilidade do sistema de geoinformação desenvolvido, assim como suas contribuições para o aperfeiçoamento da vigilância epidemiológica veterinária.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. A Defesa Agropecuária

O conceito de Defesa Agropecuária é relativamente novo e ainda alvo de discussão entre muitos grupos de profissionais da área, especialmente entre àqueles ligados aos serviços veterinários oficiais e universidades. Vilela aponta a Defesa Agropecuária como sendo uma estrutura constituída de normas e ações que integram sistemas públicos e privados, sob o princípio aglutinador da preservação ou melhoria da condição zoofitossanitária. Tem por base garantir a proteção da saúde dos animais, a sanidade dos vegetais, a idoneidade dos insumos, além da identidade, qualidade e segurança higiênico-sanitária dos alimentos e demais produtos agropecuários.<sup>1</sup> Sob essa ótica, pode-se dizer que a Defesa Agropecuária é um assunto estratégico para países como o Brasil, que têm no Agronegócio um dos principais pilares de sua economia.

Pela sua grandiosidade e alta capilaridade administrativa, o Brasil estabeleceu ao longo dos anos um complexo sistema de Defesa Agropecuária composto por instituições das três esferas públicas administrativas. A Lei nº 9.712, de 20 de novembro de 1998 (Brasil, 1998), e o Decreto nº 5.741, de 30 de março de 2006 (Brasil, 2006), descrevem as atribuições e organizam o Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA). Segundo o SUASA, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) é a instância central com atribuições estratégicas, reguladora, normativa, supervisora, auditora, fiscalizadora e inspetora, podendo realizar atividades operacionais de interesse nacional ou regional. Além disso, as Unidades da Federação devem instituir uma organização como a responsável pela operacionalização das ações definidas pela instância central. Finalmente, o sistema prevê as instâncias locais, formadas por órgãos municipais ou convênios de municípios para operacionalização de ações específicas de interesse local.

No que se refere às atividades de defesa sanitária animal atribuídas aos serviços veterinários estaduais, destaca-se a execução das atividades constituintes dos programas

---

<sup>1</sup> Vilela, E. F. (Universidade Federal de Viçosa). Comunicação pública. Viçosa: 2009. Disponível em <http://inovadefesa.ning.com/forum/topics/conceito-de-defesa> em 01 Junho 2009.

nacionais de defesa sanitária animal em conjunto com o Departamento de Saúde Animal (DSA) do MAPA. Estes programas são compostos de ações que visam assegurar a sanidade dos rebanhos e a oferta de produtos de qualidade à população, em que as ações no âmbito da epidemiologia e vigilância epidemiológica são instrumentos fundamentais para este fim.

### **3.2. O Serviço Veterinário Oficial**

#### **3.2.1. Principais características e funções**

Segundo Marabelli (2003), a posição ocupada pelos Serviços Veterinários na administração pública varia de país a país, mas, em geral, tais serviços são responsáveis por responder por assuntos ligados à saúde animal às autoridades. Os serviços veterinários têm por base a aplicação das qualificações e os recursos da profissão veterinária na proteção e melhoria da saúde humana e animal.

Marabelli (2003) cita que, no contexto das estruturas nacionais de saúde, o Serviço Veterinário Oficial deve possuir o papel de fiador, ou seja, deve garantir que todos os problemas relacionados aos domínios de competência da medicina veterinária sejam gerenciados efetivamente, de tal forma a defender os direitos e cuidados de saúde necessários a todos os cidadãos. Para cumprir esse papel, os Serviços Veterinários devem demonstrar sua transparência e competência, assim com a adequação de suas intervenções e sua capacidade de agir.

Astudillo (1991), em suas considerações sobre os modelos de atenção veterinária dos países da América Latina e Caribe, também estabelece uma relação direta entre as características locais de cada país e o modelo adotado para constituição dos respectivos serviços veterinários. Segundo o autor, no plano interno de cada país existem determinantes que condicionam a existência e as características da atenção veterinária, assim como dos serviços veterinários, que é influenciado, por um lado, pelas regras básicas da organização econômico-social e, por outro, pelas formas específicas que assume a pecuária de cada país.

Em seus estudos sobre o custo dos sistemas de prevenção nacionais para doenças animais e zoonoses, em países em desenvolvimento, a Organização Mundial de Saúde Animal (OIE, 2009) indica que, historicamente, os serviços veterinários oficiais foram sustentados por iniciativas exclusivas do setor público de cada país. Entretanto, durante os anos 1980 houve um crescente aporte de recursos e efetiva participação da iniciativa privada no contexto dos serviços de saúde animal, acompanhando a onda de privatizações que envolvia diversas economias da época. Essa tendência de privatização foi repensada com cautela tempos depois, tendo em vista que os casos de surtos de doenças animais que se sucederam, em especial àqueles que ultrapassam os limites das fronteiras de países, indicaram a importância dos serviços veterinários públicos. Atividades tais como as de vigilância, prevenção, controle e erradicação de doenças altamente contagiosas, quarentena e controle do trânsito, resposta a emergências, investigação e diagnóstico de doenças, vacinação e controle de vetores relacionados a essas doenças demandam intervenções públicas e não devem ser providas exclusivamente por instituições privadas.

Independente do modelo estabelecido em cada país, se puramente público ou consorciado com recursos privados, os serviços veterinários devem possuir e/ou atender a princípios fundamentais que garantam a qualidade na execução de suas funções, conforme estabelecido no Código Sanitário de animais Terrestres (OIE, 2007). Dentre tais requisitos figuram: (1) o julgamento profissional; (2) a independência; (3) a imparcialidade; (4) a integridade; (5) a objetividade; (6) políticas de qualidade definidas e documentadas; (7) procedimentos e padrões apropriados e alinhados aos já definidos pela OIE; (8) ser responsivo a pedidos de autoridades veterinárias; (9) possuir um sistema de documentação confiável e atualizado; (10) um sistema de auto-avaliação para mensurar seus avanços; (11) um sistema de comunicação eficiente; (12) recursos financeiros e humanos adequados.

Além dos citados acima, OIE indica que, no âmbito de sua organização geral, os serviços veterinários devem: possuir uma legislação flexível que permita julgamentos de equivalência e flexibilidade a situações não previstas; devem definir e documentar as responsabilidades e a estrutura das organizações responsáveis pelo controle do trânsito e doenças animais e também pelos sistemas de notificação, vigilância epidemiológica e comunicação de informações epidemiológicas; devem ter a sua disposição sistemas efetivos de vigilância para doenças animais e notificação de eventos sanitários, incluindo a comprovação de adequada cobertura das populações animais; devem se esforçar em todos os

momentos no aperfeiçoamento de seu desempenho em termos de sistemas de informação em saúde animal e controle de doenças animais.

### 3.2.2. O Serviço Veterinário Oficial do Brasil

Segundo MAPA (2007), o estabelecimento de um sistema de vigilância em saúde animal ocorreu com maior ênfase no Brasil a partir da década de 60, em que se buscou principalmente intensificar o combate e erradicação à febre aftosa, tendo como uma das principais estratégias a ampliação e estruturação do serviço veterinário oficial no Brasil. Atualmente o serviço veterinário oficial brasileiro é constituído por uma instância central de coordenação dos programas sanitários nacionais, papel esse atribuído ao MAPA, e instâncias regionais responsáveis pela execução das ações existentes nesses programas, representadas pelos serviços veterinários estaduais (SVE).

Durante a década de 1990, Astudillo (1991) fez críticas contundentes aos formatos existentes para os serviços veterinários então constituídos ao se referir aos modelos técnico-administrativos, que prevalecia a centralização na tomada de decisões e na manipulação de recursos. O autor considerava que essa excessiva centralização existente nos modelos pretéritos tornava débil a capacidade dos níveis médios e locais do serviço oficial, limitando sua resposta às necessidades sanitárias em cada lugar ou região, impondo grandes limitações à execução de seu papel.

Astudillo (1991) fez ainda referências às propostas surgidas para uma nova concepção de serviço veterinário oficial, no qual deveria existir um ambiente de responsabilidades recíprocas, facilitando a materialização de um trabalho cooperativo, mobilizando todos os recursos locais para as intervenções necessárias. O autor considera importante o movimento de descentralização da administração e da tomada de decisão no âmbito da atenção veterinária, permitindo dessa forma uma mais rápida reação sobre as demandas sanitárias. Tal descentralização da tomada de decisão está invariavelmente vinculada à disponibilização de informações pertinentes a todos os pares, em especial aos fiscais que trabalham nas atividades operacionais dos órgãos que executam atividades vinculadas à vigilância epidemiológica.

Tais reflexões prenunciavam um inevitável redesenho da estrutura dos serviços veterinários oficiais, que trataram de estabelecer o compartilhamento de responsabilidades e recursos como estratégia para assegurar a sanidade dos rebanhos.

Braga e Werneck (2009) indicam que o Sistema Único de Saúde (SUS) também adota com clareza uma estratégia para a descentralização da tomada de decisão. Segundo essa concepção, um dos principais objetivos do SUS é possibilitar a análise da situação da saúde ao nível local. Dessa forma transfere ao responsável da unidade local não somente a incumbência de prover os sistemas de informação e vigilância com dados, mas também o responsabiliza por sua organização e gestão, incluindo a análise dos dados de forma a gerar informações mais apropriadas para o planejamento das ações em saúde.

O Programa Nacional de Erradicação e Prevenção da Febre Aftosa (Brasil, 1993) adota a estratégia de responsabilidades compartilhadas entre os diferentes níveis hierárquicos do serviço veterinário oficial (federal e estadual), com a participação do setor privado, conforme a Figura 1, evidenciando a aplicação dos conceitos de fortalecimento dos serviços veterinários em nível regional e local.

Importante destacar a existência transversal de componentes vinculados direta ou indiretamente à gestão de dados e informação, com responsabilidades atribuídas a cada ator no fornecimento e gerenciamento desses insumos, assim como no desenvolvimento de sistemas de informação que possibilitem tal gerenciamento. Torna-se evidente o papel fundamental que a informação possui sobre as atividades executadas pelos serviços veterinários oficiais, possibilitando planejar, coordenar e executar, na forma menos empírica possível, as ações voltadas ao controle e a erradicação de doenças alvo de vigilância.



**Figura 1** - Responsabilidades compartilhadas no âmbito do PNEFA. Adaptado de MAPA, 2007.

### 3.3. A Vigilância Epidemiológica e a Gestão da Informação

Segundo Braga e Werneck (2009), entre o final do século XIX e início do século XX, com o surgimento das teorias microbiológicas de determinação de doenças, a utilização científica dos conceitos de vigilância foi aplicada à saúde pública em uma nova abordagem. Segundo os mesmos autores, o significado original de vigilância era o de uma “vigilância de

peças”, fundamentando sua prática na observação sistemática e ativa de casos suspeitos, ou confirmados de doenças transmissíveis, e daqueles com quem eles haviam tido contato.

Somente a partir da metade do século XX é que se criou uma concepção mais ampla de vigilância, entendida como o acompanhamento sistemático de eventos adversos à população objetivando aprimorar medidas de controle. Durante algum tempo foram utilizados diversos termos para designar essas atividades, como “inteligência epidemiológica”, mas foi somente em 1964 que o termo “vigilância epidemiológica” foi definido por Karel Raska, definição utilizada primeiramente no contexto internacional, quando houve a criação da Unidade de Vigilância Epidemiológica da Divisão de Doenças Transmissíveis da Organização Mundial de Saúde em 1965.

A definição legal de vigilância epidemiológica no Brasil foi estabelecida pela Lei Federal nº 8.080 de 19 de setembro de 1990 (Brasil, 1990), na qual entende-se por vigilância epidemiológica o conjunto de ações que proporcionam o conhecimento, a detecção ou prevenção de qualquer mudança nos fatores determinantes e condicionantes de saúde individual ou coletiva, com a finalidade de recomendar e adotar as medidas de prevenção e controle das doenças e seus agravos.

No âmbito da saúde animal, a OIE (2007) define em seu Código Sanitário para Animais Terrestres que a Vigilância pode ser caracterizada como sendo a investigação de uma dada população ou subpopulação para a detecção da presença de um agente patogênico ou doença, objetivando sua prevenção e controle. A frequência e o tipo de vigilância serão determinados pela epidemiologia do agente patogênico ou doença e pelos resultados desejados.

Braga e Werneck (2009) consideram que um sistema de vigilância epidemiológica é composto por um conjunto de atividades e procedimentos que promovem a coleta, análise, interpretação e disseminação da informação, de forma que permita recomendar e adotar medidas de prevenção e controle de problemas de saúde nas populações. Tal sistema deve passar diversas hierarquias organizacionais, desde o nível local até o internacional, e atender aos critérios de confiabilidade, oportunidade e transparência necessárias.

Complementarmente, o Manual de Vigilância Veterinária de Doenças Vesiculares

(MAPA, 2007) descreve de forma didática as fases que constituem a vigilância epidemiológica aplicada à saúde animal, sendo:

- Obtenção e registro de informações epidemiológicas relevantes;
- Consolidação e análise dos dados recolhidos;
- Decisão e estabelecimento dos procedimentos preventivos;
- Execução das operações de emergência;
- Notificação e divulgação de comunicados com informações sobre a doença e sobre os resultados das medidas aplicadas.

Para Astudillo (1991) um sistema de informação é definido como um conjunto de componentes (pessoas, equipamentos, recursos e procedimentos) que tem por finalidade produzir, em forma adequada e oportuna, informação para os usuários dos sistemas de atenção veterinária, com objetivo de cooperar nos processos decisórios específicos. No campo da saúde animal existem horizontes objeto de preocupação do sistema de informação específica, sendo:

- Horizonte epidemiológico: relacionados à orientação das decisões que podem modificar o comportamento das enfermidades dos animais e especialmente de seus fatores determinantes. Os sistemas de informação particularmente voltados a essa finalidade são chamados de sistemas de vigilância epidemiológica veterinária;
- Horizonte administrativo: refere-se ao planejamento, organização, gestão, controle e avaliação dos serviços e programas no campo da atenção veterinária. São denominados sistemas de informação administrativos;
- Horizonte externo: relacionado ao entorno econômico, sócio-político e ecológico da atividade pecuária e de saúde animal, sobre o qual os resultados e ações de saúde animal impactam. (ASTUDILLO, 1991)

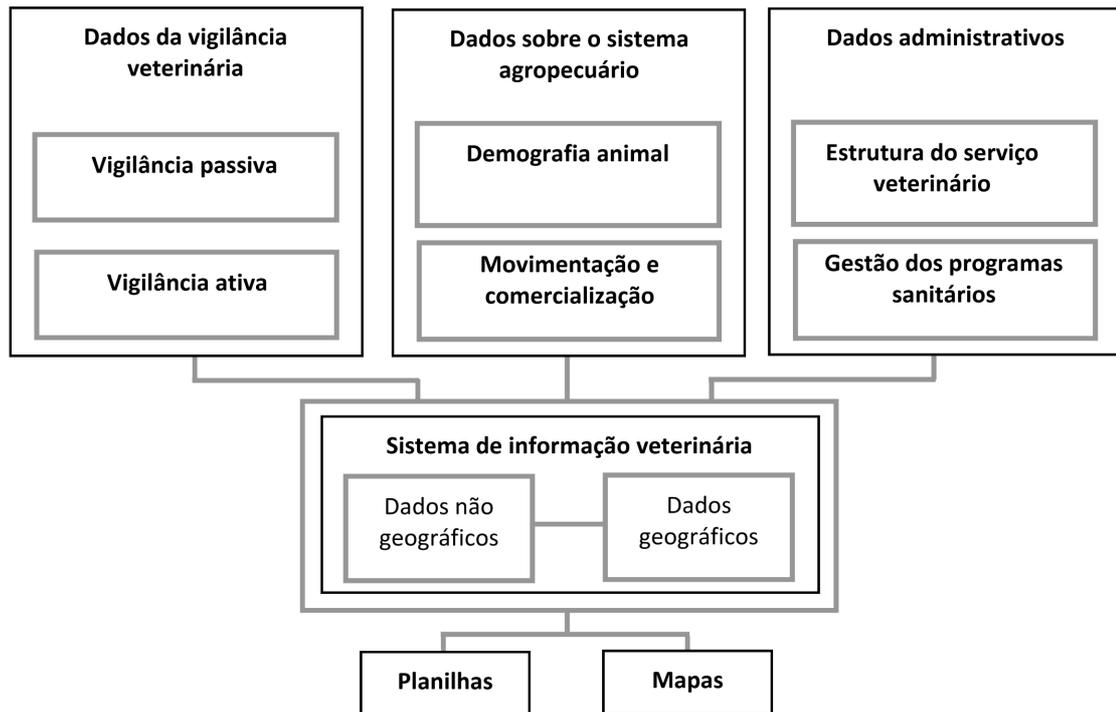
Cada um dos sistemas acima são subsistemas de um sistema maior hierarquicamente, que constitui o sistema de informação de saúde animal.

O Manual de Vigilância Veterinária de Doenças Vesiculares (MAPA, 2007) aborda também o tema da gestão da informação na saúde animal relacionando, na visão de seus

autores, os cinco componentes principais de um sistema de vigilância epidemiológica veterinária, sendo eles:

- a) Colheita das informações: as fontes de dados apropriadas para o sistema de informação em saúde animal incluem o sistema de monitoramento das doenças de notificação obrigatória; a rede de laboratórios; os abatedouros e as indústrias de produtos de origem animal de forma geral; os registros das operações de controle e fiscalização do trânsito de animais e produtos de origem animal; o controle de cadastro das explorações pecuárias; e os relatórios dos programas de controle de doenças e o monitoramento dos registros;
- b) Consolidação das informações: envolve os procedimentos administrativos necessários para que os dados colhidos na propriedade cheguem até os gestores de saúde animal. As informações primárias devem estar organizadas em planilhas pré-estabelecidas e devem ser examinadas cuidadosamente em busca de inconsistências e inconformidades;
- c) Estocagem e recuperação das informações: é um dos principais componentes do sistema, uma vez que deve garantir padrões para que as informações recolhidas por diferentes fontes sejam consolidadas em bases de dados que permitam níveis distintos de agrupamento, possibilitando as comparações e análises necessárias. Representa também o arquivamento dos registros primários, por isso é a parte do sistema que fornece as garantias e as comprovações de todas as ações, registradas durante a fase de consolidação dos dados, desenvolvidas pelos profissionais dos serviços veterinários oficiais. É o componente que comprova documentalmente a exatidão e a qualidade da informação, isto é, em condições auditáveis;
- d) Análise das informações: envolve diferentes níveis de complexidade, desde as observações e comparações diretas realizadas na base do sistema até procedimentos mais sofisticados envolvendo processamentos eletrônicos e matemáticos. O resultado das análises depende do nível de detalhamento e padrão das informações colhidas;
- e) Comunicação das conclusões: envolve a elaboração de relatórios específicos como, por exemplo, resultados das campanhas de vacinação; resultados das atividades de controle do trânsito de animais; resultados dos monitoramentos e inquéritos soropidemiológicos realizados; entre outros. (MAPA, 2007)

É possível observar a partir da análise da figura 2 que, quando se fala nos componentes desejáveis para os sistemas de vigilância epidemiológica, se fala diretamente em suas demandas por dados, informação e sistemas de informação que sustentarão seu gerenciamento.



**Figura 2** - Principais componentes do sistema de vigilância veterinária proposto pela Organização Mundial de Saúde Animal – OIE. MAPA, 2007

### 3.4. A Geomática

#### 3.4.1. Abordagens conceituais

Conforme exposto por Meirelles et al. (2007), o termo Geomática apareceu a primeira vez nos anos 1990 em referência ao surgimento de uma nova disciplina do conhecimento que unia os já estabelecidos conceitos e ferramentas da tecnologia da informação às contribuições das Ciências da Terra e Ambiente. A Geomática tem por objetivo geral destinar-se à

abordagem de dados espaço-temporais relativos a fenômenos geográficos, utilizando para isso técnicas baseadas em modelos matemático-computacionais para a manipulação desses dados.

Segundo Longley et al. (2001 apud Meirelles et al., 2007), a Geomática, também conhecida como Ciência da Informação Espacial, Geoinformação ou Engenharia da Informação Espacial, dedica-se a tratar questões fundamentais advindas da criação, armazenamento, manipulação, visualização e recuperação da informação geográfica em um ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

Silva (2007) complementa dizendo que a tecnologia denominada por alguns autores como Geoprocessamento, e entendida por outros como um ramo científico, a Geomática, nada mais seria que um ramo da tecnologia da computação eletrônica de dados à medida que se apóia diretamente sobre o processamento de dados georreferenciados. Para o autor, o Geoprocessamento (Geomática) necessariamente se apóia em estruturas de percepção de fenômenos ambientais, principalmente sobre aqueles que propiciam a realização de seu princípio fundamental, a transformação de dados georreferenciados em informação relevante.

Entretanto Lo e Yeung (2008) apontam para uma forma mais ampla de vislumbrar o escopo de atuação dessa nova ciência ao afirmar que o termo Geomática foi adotado primariamente para representar uma abordagem geral de informação geográfica coletada, porém juntos com a fotogrametria, sensoriamento remoto, o SIG é similarmente um importante componente da Geomática.

Câmara et al. (2001) nos lembra ainda que trabalhar com geoinformação significa, antes de mais nada, utilizar computadores como instrumentos de representação de dados espacialmente referenciados. Portanto, a Ciência da Geoinformação possui como problema primário o estudo e desenvolvimento de diferentes formas de representação computacional do espaço geográfico.

### **3.5. Modelagem e projetos de bancos de dados**

#### **3.5.1. Modelagem conceitual de dados convencionais**

Quando nos remetemos às técnicas de desenvolvimento de modelos de dados, estamos nos referindo à busca pela compreensão e sistematização dos fenômenos ambientais em padrões lógicos de armazenamento computacional. Tais modelos possibilitam a correta estocagem e manutenção dos insumos e produtos dos sistemas de informação e informação geográfica.

Segundo Borges et al (2005), tais modelos buscam construir uma abstração dos objetos e fenômenos do mundo real, de modo a obter uma forma de representação que seja adequada às finalidades das aplicações de banco de dados, embora ainda simplificada frente a complexidade ambiental.

A modelagem de dados é a primeira etapa de um projeto de banco de dados, e é definida como projeto conceitual. O projeto conceitual representa os elementos vinculados exclusivamente ao problema e, conseqüentemente, não considera questões tecnológicas a serem empregadas no desenvolvimento do banco de dados. (BORGES et al, 2005)

A técnica de modelagem de dados mais utilizada e difundida é a abordagem Entidade-Relacionamento (Heuser, 1998), onde sua representação gráfica, denominada Diagrama de Entidade e Relacionamento (DER) é o produto final do processo de modelagem. Tal abordagem pode ser considerada um padrão para projetos conceituais, e mesmo as novas técnicas de modelagem Orientada a Objeto são baseadas na abordagem Entidade-Relacionamento.

Na literatura são observadas pequenas diferença quanto ao número de fases de um projeto de banco de dados, podendo o mesmo possuir duas (Heuser, 1998) ou três fases Elmasri e Navathe (1994 apud Lisboa Filho et al, 2000).

Em qualquer das metodologias consultadas na literatura, a fase que se segue ao projeto conceitual é o projeto lógico, que compreende o desenvolvimento de um esquema lógico do banco de dados com base no modelo do sistema gerenciador de banco de dados (SGBD) que será utilizado. O esquema lógico é gerado aplicando-se regras de transformação (mapeamento) dos construtores utilizados no esquema conceitual, em elementos de representação de dados pelo SGBD (LISBOA FILHO, 2000).

A terceira fase é denominada projeto físico, e se propõe a definir questões voltadas

diretamente à implantação física do banco de dados em um servidor ou ambiente local (LISBOA FILHO, 2000). Nesse momento o desenvolvedor do projeto definirá questões diretamente vinculadas à eficiência do sistema de bancos de dados, tais como particionamento de discos, regras de acesso, redundância de dados, estratégias de balanceamento de carga, dentre outros.

### 3.5.2. Modelagem conceitual de dados geográficos

Conforme referenciado por Lisboa Filho et al (2000), encontra-se na literatura diversos modelos conceituais de dados voltados especificamente as aplicações de sistemas de informação geográfica – SIG –, sendo a maioria deles baseados nos formalismos Entidade-Relacionamento e Orientação a Objetos. Dentre os modelos propostos o autor cita o Modul-R (Bédard et al., 1996), GeoOOA (Kösters et al., 1997), Geo-ER (Hadzilacos e Tryfona, 1997), GMOD (Pires, 1997), Geo-OMT (Borges, 1997) e MADS (Parent et al., 1998). Borges et al (2005), entretanto, nos chama a atenção que tais modelos possuem foco na extensão de modelos criados para aplicações convencionais, não sendo em sua origem criados especificamente para aplicações em SIG.

Para Campos et al (2008), devido a necessidade particular de tratar as três dimensões da informação geográfica (espaço, tempo e atributo), a modelagem de dados geográficos impõe alguns requisitos especiais, que devem ser suportados pelos modelos conceituais no projeto de banco de dados para estas aplicações. Borges et al (2005) demonstra o mesmo entendimento ao afirmar que modelos de dados para aplicações geográficas possuem necessidades adicionais, tanto com relação à abstração de conceitos e entidades, quanto ao tipo de entidades representáveis e seu inter-relacionamento.

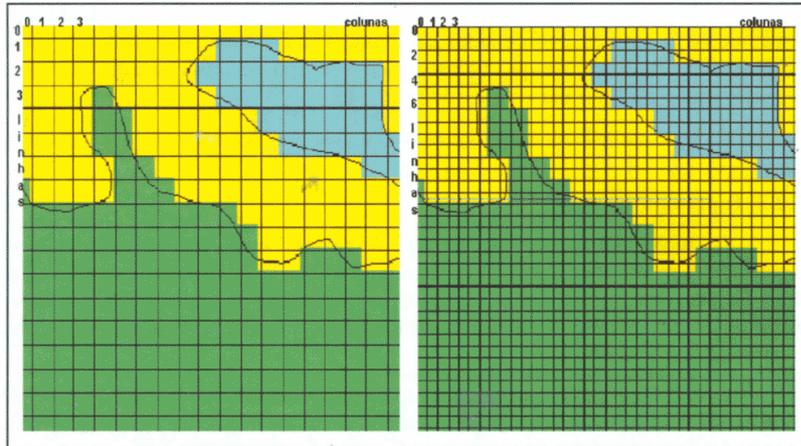
Para Câmara et al. (2001), a organização de banco de dados geográfico mais utilizada na prática é a chamada estratégia *dual*, que possui como principal vantagem a utilização de SGDB relacional para armazenar os atributos convencionais dos objetos geográficos, em tabelas, e arquivos para armazenar as representações geométricas destes objetos.

### 3.5.3. Tipos de dados em um sistema de informação geográfica

Quando falamos em tipos de dados utilizados em SIGs, o escopo de definições torna-se um tanto quanto mais amplo do que aquele já habitualmente conhecido nos sistemas de informação. Um sistema de informação geográfica é caracterizado por utilizar dados do tipo Vetorial (Vetor), do tipo Matricial (Raster) e dados Alfanuméricos.

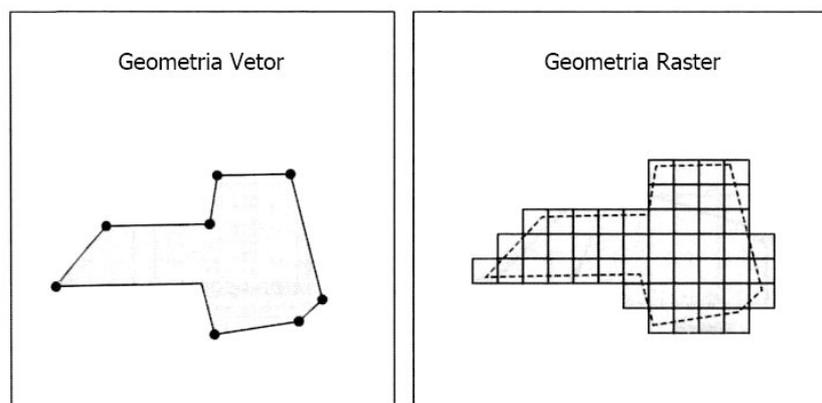
Um dado do tipo Vetor pode ser representado basicamente por pontos, linhas ou polígonos. Pontos representam um local único e singular na área de estudo, dotados para isso de coordenadas x/y ou lat/long, que também podem ser denominados como nó ou vértice em contextos que incluam outras representações vetoriais. Podemos exemplificar este tipo de dado como, por exemplo, a localização de uma propriedade rural em um mapa de um município ou ainda a localização de galpão de produção de suínos e um croqui que representa uma propriedade rural. Já as linhas são representações lineares, como estradas e rios, e são compostas por uma cadeia de pontos de coordenadas diferentes interconectados. Polígonos são representações de áreas delimitadas, formados por arcos (linhas conectadas por dois nós) e vértices que proporcionam uma forma particular a cada representação. A todos esses elementos podemos facilmente agregar dados (atributos) alfanuméricos que irão identificar particularidades de cada objeto como, por exemplo, o rebanho de bovinos de uma propriedade rural representada por um ponto (ASSAD e SANO, 1998).

Dados do tipo raster são compostos por uma matriz retangular com determinado número de linhas e colunas, que representam, em seu conjunto, uma composição de parte da superfície terrestre (imagem). Segundo Assad e Sano (1998), a representação matricial supõe que o espaço pode ser tratado como uma superfície plana, onde cada célula (ou pixel) é associada a uma porção do terreno. Conforme representado na Figura 3, a resolução do sistema é dada pela relação entre o tamanho da célula no mapa ou documento e a área por ela coberta do terreno.



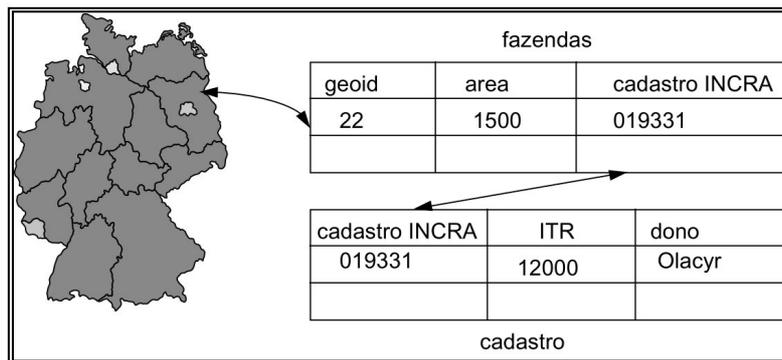
**Figura 3** - Mapa representado por células, demonstrando diferentes resoluções. Adaptado de ASSAD e SANO, 1998.

Konecny (2003) complementa dizendo que a acurácia geométrica de um dado raster é limitado pela resolução da célula. Isso pode ser observado na Figura 4, onde é possível verificar que o mapa do lado direito possui uma resolução maior que o mapa do lado esquerdo. Dessa forma, as medições de áreas e distâncias no mapa do lado esquerdo serão bem menos precisas que as mesmas medições realizadas no mapa do lado direito. Konecny (2003) ressalta ainda que a vantagem da utilização de sistemas baseados em vetores reside na possibilidade de gravar e exibir coordenadas com uma precisão de medição total nos estudos de terrenos de um ponto fotogramétrico e medições de linha. Além disso, em geral, um vetor ocupa menor volume de armazenamento que imagens raster de mesma área, contribuindo para facilitar a estocagem de grande quantidade desse tipo de dado. A Figura 4 representa comparativamente a estrutura de um mesmo objeto em formato vetorial e raster.



**Figura 4** – Representação de formatos vetorial e raster adaptado de KONECNY, 2003.

Tratando-se de dados alfanuméricos, os mesmos podem ser divididos em atributos de dados espaciais, vinculando-se a elementos espaciais através de chaves específicas denominadas geocódigos; atributos georreferenciados, que possuem a intenção exclusiva de apenas georreferenciar alguma característica específica sem qualificar suas feições espaciais, conforme representado na Figura 5.



**Figura 5** - Exemplo de ligação entre geo-objeto e objeto não espacial. CÂMARA et al., 2001

### 3.6. Sistemas de Informação Geográfica – SIG

#### 3.6.1. Definições terminológicas

O dicionário de termos de informação geográfica da Universidade de Edimburgo define um Sistema de Informação Geográfica como sendo um sistema de computação para capturar, armazenar, controlar, integrar, manipular, analisar e mostrar dados relacionados com posições sobre a superfície terrestre. Tipicamente o SIG é utilizado para manejar mapas que podem apresentar-se como a sobreposição de várias camadas que representam objetos espaciais distintos, como cidades, rotas, estabelecimentos rurais, etc. Cada objeto no mapa está estabelecido em uma posição definida (georreferenciamento). (FAO, 2009)

A despeito do conceito apresentado para Sistemas de Informação Geográfica, várias definições híbridas sobre o termo já foram adotadas em diversas partes do mundo ou ainda

encontram-se efetivamente em uso, principalmente por interferências locais de aspectos intelectuais, culturais, econômicos ou mesmo por objetivos políticos. A Tabela 1 apresenta algumas dessas derivações terminológicas conforme. (DEMERS, 1999)

**Tabela 1** - Exemplos de sinônimos para Sistemas de Informação Geográfica e a fonte ou motivação por traz dessa derivação. Adaptado de Demers (1999).

<b>Terminologia</b>	<b>Fonte</b>
Geographic information system	Terminologia adotada nos EUA
Geographical information system	Terminologia adotada na Europa
Geomatique	Terminologia adotada no Canadá
Georelational information system	Terminologia baseada em tecnologia
Natural resources information system	Terminologia baseada em disciplina
Geoscience or geological information system	Terminologia baseada em disciplina
Spatial information system	Derivado não geográfico
Spatial data analysis system	Com base no que o sistema faz

### 3.6.2. Componentes de um SIG

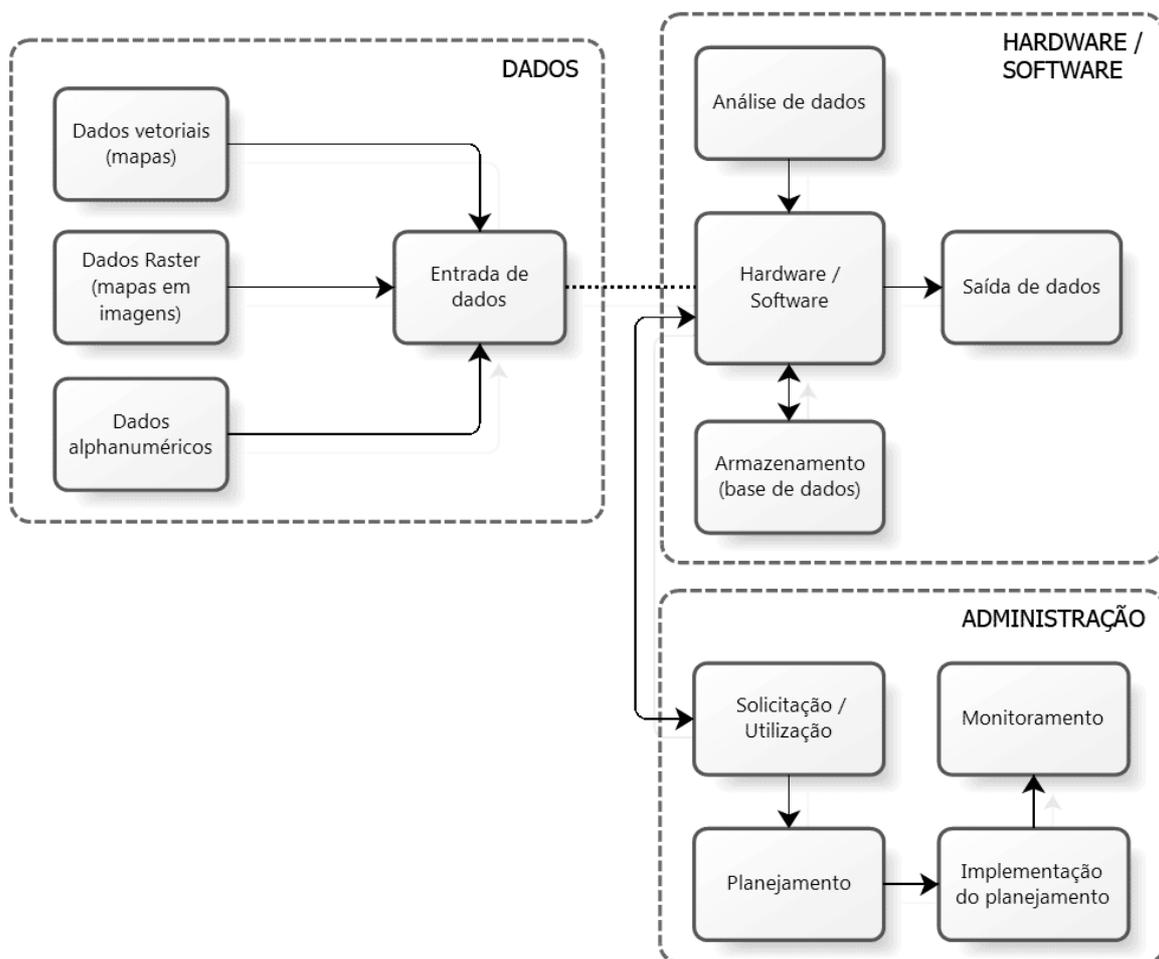
Mais importante que os possíveis termos particularmente adotados para definir um Sistema de Informação Geográfica é prover um fácil entendimento sobre sua estrutura funcional e seus componentes básicos.

Segundo Demers (1999), tal modalidade de sistema é composto por diversos subsistemas em sua estrutura e podem ser identificados como sendo:

1. Um subsistema de entrada de dados para coletar e processar previamente dados espaciais de diferentes fontes;
2. Um subsistema para armazenar e recuperar dados que permita buscar, incluir e editar dados existentes;

3. Um subsistema para manipulação e análise de dados, que executa tarefas nos dados, agregando ou desagregando, estimando parâmetros e restrições e executando funções de modelagem;
4. Um subsistema de relatórios que apresenta todos ou parte da base de dados em forma de tabelas, gráficos ou mapas. (DEMERS, 1999)

Konecny (2003) demonstra similar compreensão ao citar que, além do sentido estrito de sua definição terminológica, um SIG consiste em um sistema para entrada de dados; um CPU contendo os programas para processamento, armazenamento e análise de dados; ferramentas para visualização e saída de dados. Um SIG inclui dados que são geridos por uma administração ou unidade para condução de um projeto para os propósitos específicos, que pode ser de repositório, análise e apresentação para suporte administrativo ou suporte à tomada de decisão, podendo ser representado em um sentido amplo conforme Figura 6.



**Figura 6** - Conceito de estrutura de um Sistema de Informação Geográfica. Adaptado de KONECNY, 2003.

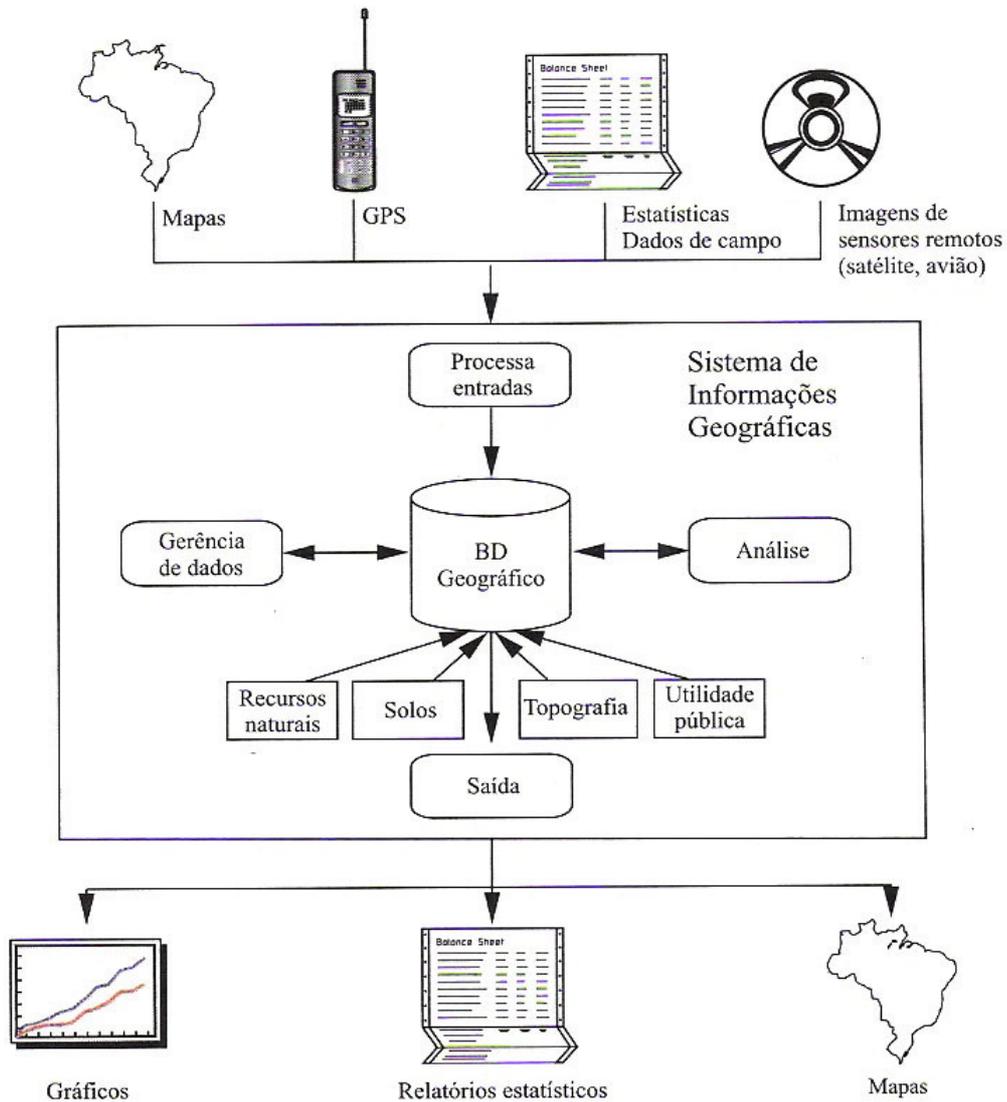
Para Miranda (2005), a visão de um SIG deve exceder a simplista, de que ele seja apenas um sistema informatizado. Um verdadeiro ambiente SIG possui componentes de informática, módulo de programas de aplicação e recursos humanos. No caso dos componentes de informática, o autor indica que tais componentes podem ser classificados como:

1. Equipamentos de entrada: scanners, mesa digitalizadora, *compact disc*, etc;
2. Processamento: computadores pessoais, servidores, *notebooks*, PDAs, etc;
3. Saída: permanentes (impressoras, *plotters*) e efêmeros (monitores). (MIRANDA, 2005)

Similar ao proposto por Demers (1999), Miranda (2005) sugere a utilização conceitual de módulos (subsistemas) na constituição de um SIG, que, na sua concepção, seriam 4 módulos, sendo eles:

1. Módulo de entrada: possui função de coletar e pré-processar os dados espaciais (imagens de sensores, fotos aéreas, coordenadas geográficas) e não espaciais de fontes diversas;
2. Módulo de gerência de dados: possui as funções de recuperar, atualizar e gravar os dados geográficos albergados no banco de dados do SIG;
3. Módulo de análise: possui a função de agregar e desagregar dados, realizando a estimativa de parâmetros e restrições, além da execução de funções de modelagem entre outras tarefas. Este módulo é a parte central de um SIG;
4. Módulo de saída: possui a função de mostrar toda a base de dados ou parte dela em forma de tabela, gráfico e mapas. (MIRANDA, 2005)

No âmbito dos recursos humanos como parte integrante de um SIG, Miranda (2005) enfatiza a importância desse elemento como responsável por definir projetos, implementar, usar e prestar assistência ao SIG. A Figura 7 ilustra a composição de um SIG sob a ótica de seus principais componentes.



**Figura 7** - Configuração básica de um SIG. MIRANDA, 2005

### 3.6.3. Sistemas de Informação Geográfica na Sanidade Animal

Eisen e Eisen (2011) nos indica que o objetivo final da utilização dos SIG na saúde pública é de reduzir os encargos gerados pelas doenças, proporcionando informações que permitem aos governos tomar medidas de proteção e ajuda à saúde pública, investindo em prevenção e vigilância.

A visão apoiada por Eisen e Eisen (2011) para a saúde pública pode ser integralmente estendida à saúde animal, já que os Sistemas de Informação Geográfica têm propiciado aos profissionais da área a possibilidade de analisar espacialmente seu ambiente de vigilância, assim como realizar análises elaboradas sobre as inter-relações entre ambiente, hospedeiros e agentes de doença.

Para os epidemiologistas, a capacidade de visualizar dados espaciais constitui um método poderoso para descrever padrões de uma enfermidade e é uma técnica útil para identificar fatores que influenciam potencialmente sobre os padrões de uma enfermidade. (FAO, 2009)

FAO (2005) faz referências aos benefícios que as ferramentas tecnológicas de análise espacial podem trazer à epidemiologia e relaciona algumas conforme abaixo:

- Caracterização de áreas territoriais:
  - Permite identificar, definir e visualizar as áreas epidêmicas ou risco;
  - Permite associar informação a elementos cartograficamente;
  - Permite gerar e visualizar áreas caracterizadas por indicadores tais como: indicadores de comercialização; indicadores produtivos; densidade pecuária; movimentos entre propriedades; tipos de exploração.
  - Permite visualizar as relações espaciais entre esses elementos. (FAO, 2005)
  
- A epidemiologia descritiva e analítica:
  - Indicadores epidemiológicos;
  - Taxas de incidência, prevalência, mortalidade, etc.;
  - Indicadores de risco;
  - Taxas de contato;
  - Soro-proteção;
  - Cobertura vacinal. (FAO, 2005)
  
- Modelos epidemiológicos:
  - Modelos de difusão de enfermidades;
  - Modelos de análise de risco. (FAO, 2005)
  
- A vigilância epidemiológica:

- Monitoramento retrospectivo e prospectivo de movimentos entre propriedades;
  - Amostragem sorológica;
  - Focos de enfermidades;
  - Suspeitas e notificações;
  - Delimitações de áreas focais e perifocais. (FAO, 2005)
- A atenção à emergência sanitária:
    - Disponibilidade de pessoal e equipamentos na área de atenção;
    - Acidentes geográficos;
    - Acessibilidade das rotas;
    - Identificação dos elementos incluídos na área delimitada. (FAO, 2005)

Exemplos sobre a utilização de SIG na saúde animal podem ser encontrados em várias publicações da literatura científica e também em documentos técnicos sobre iniciativas desenvolvidas para serviços veterinários oficiais de diversas partes do mundo.

No início da década de 1980, veterinários e epidemiologistas dos serviços veterinários oficiais da América do Sul adotavam práticas que possibilitavam avaliar a distribuição geográfica dos surtos de doenças que combatiam, em especial dos casos de febre aftosa, conforme relatado por Astudillo (1983). Os profissionais concentravam-se em coletar e registrar em mapas tais casos, possibilitando criar evidências para a criação de hipóteses sobre o comportamento dos surtos. Já se considerava que tal processo de coleta, registro, comunicação e análise da distribuição espacial dos casos era componente essencial dos sistemas de informação voltados ao controle de doenças vesiculares.

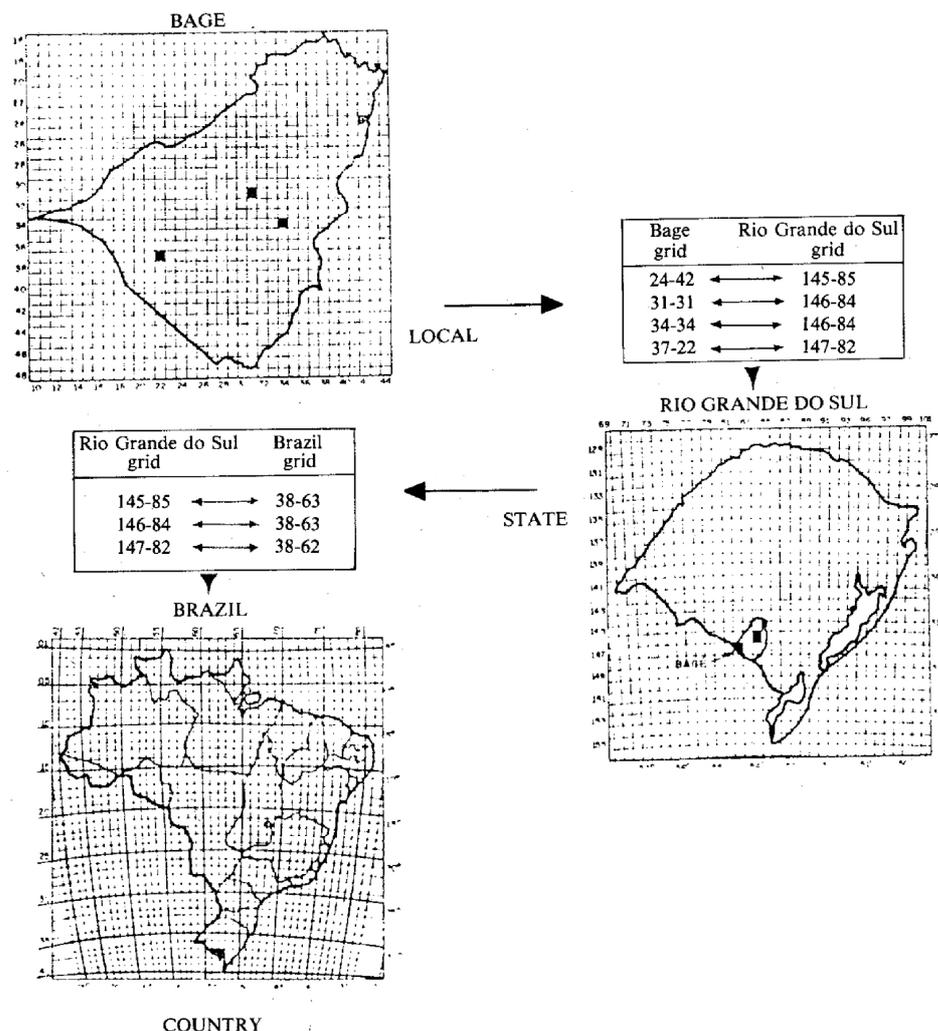
Astudillo (1983) relatou que a estratégia que possibilitava a realização de tais análises espaciais, em uma época ainda sem muitos recursos computacionais, era a utilização de subdivisões dos mapas dos países, denominados quadrantes, onde cada episódio de febre aftosa notificada era indicado (Figura 8). Além disso, para operacionalizar esse sistema de geoinformação, definiu-se claramente:

- As fontes de informação possíveis a serem utilizadas (produtores rurais, médicos veterinários do serviço oficial, médicos veterinários da iniciativa privada, cooperativas, laboratórios, abatedouros, etc.);
- Um mecanismo de sensoriamento, através da identificação, monitoramento,

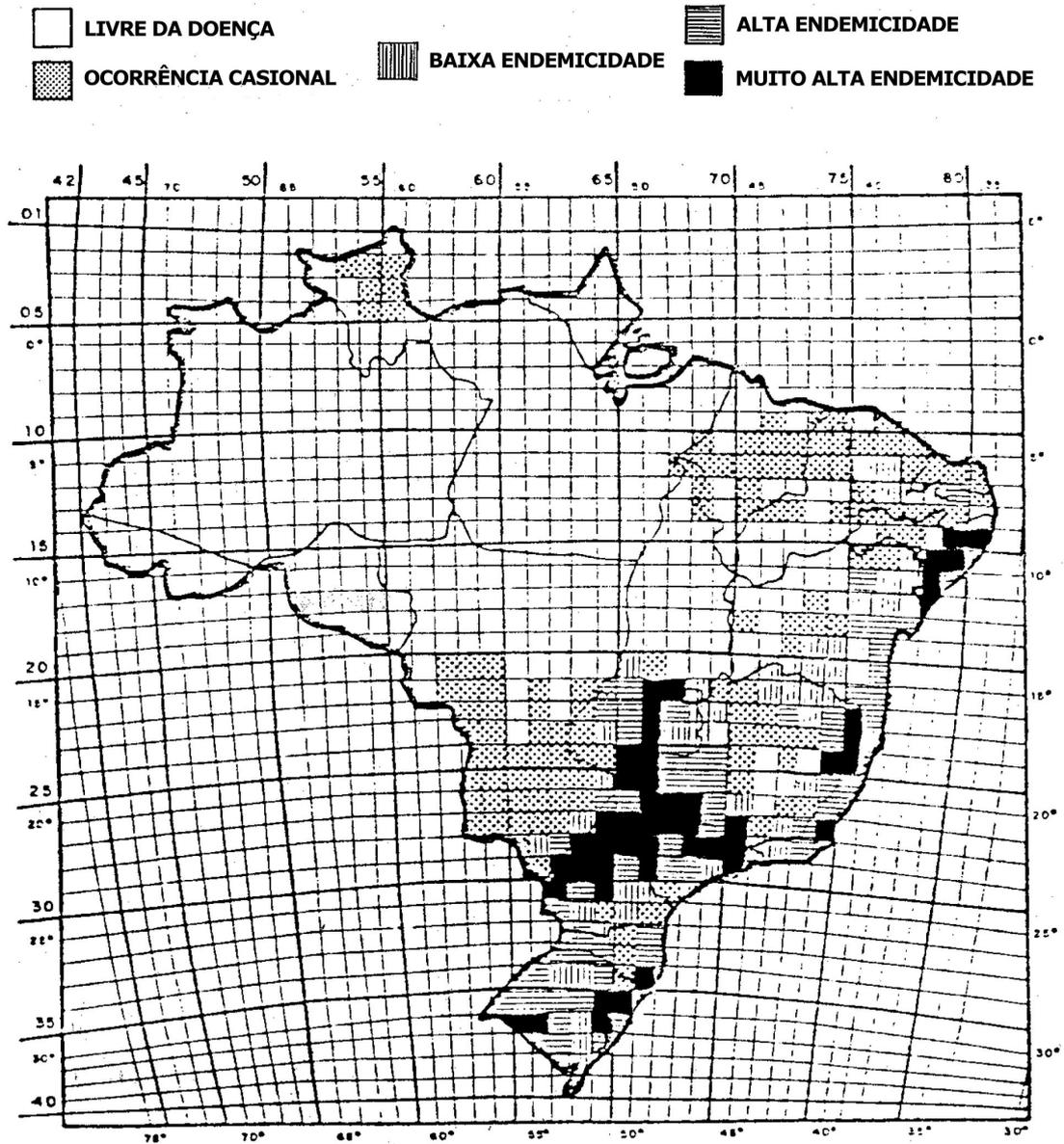
registro nos mapas, e comunicação de casos pela unidade veterinária local;

- Os usuários receptores da informação, que possuíam o papel, mediante sua posição hierárquica no serviço veterinário, de preparar recomendações e estabelecer novas medidas;
- Uma rede de comunicação que vinculava o mecanismo de sensoriamento ao grupo de usuários receptores;
- Uma periodicidade bem estabelecida para a realização das comunicações durante as semanas epidemiológicas. (ASTUDILLO, 1983)

Astudillo (1983) complementa dizendo que os estudos dos mapas de quadrantes também poderiam ser utilizados para delimitar áreas não infectadas e de baixa prevalência, contribuindo, inclusive, para a criação de mecanismos de alarme e procedimentos de proteção, além de criar uma caracterização mais clara sobre o *status* regional da doença, conforme se observa na Figura 8.



**Figura 8** – Uso de mapa de quadrantes (*grid maps*) para identificação, monitoramento, comunicação de casos de doenças em animais. Bagé, Rio Grande do Sul, Brazil. ASTUDILLO, 1983.



**Figura 9** - Caracterização regional da febre aftosa no Brasil em 1981. Adaptado de ASTUDILLO, 1983.

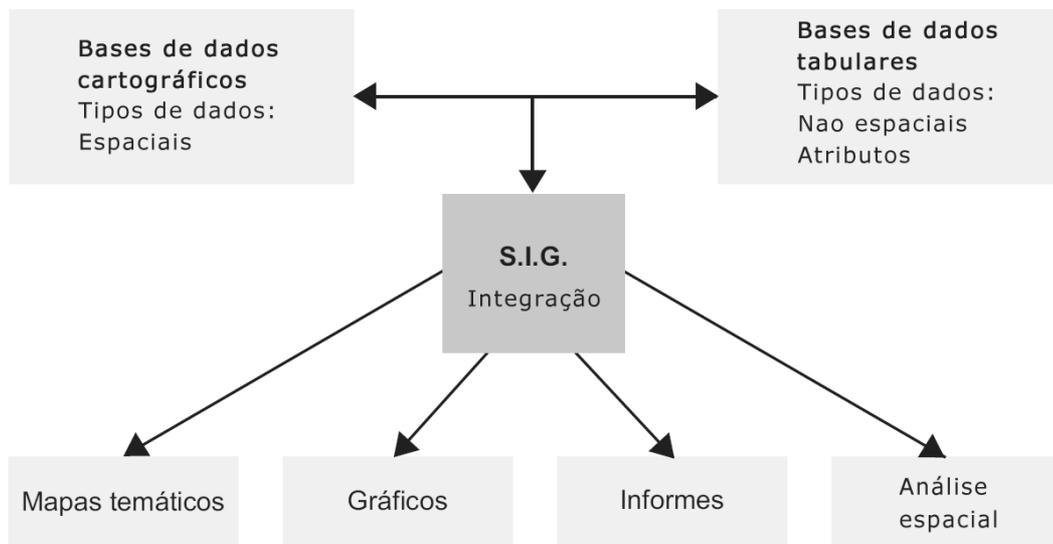
Astudillo (1983) foi categórico ao afirmar que, de forma eletrônica ou manual, o monitoramento da ocorrência da febre aftosa nos mapas de quadrantes deveria constituir uma prioridade dos médicos veterinários que administravam o programa sanitário para essa enfermidade. Qualquer omissão, atraso ou erro de continuidade nessa função teria um grande impacto no programa, reduzindo a efetividade no controle da doença. Além disso, indicou que com o bom funcionamento do sistema de comunicação semanal de ocorrências, seria possível caracterizar a distribuição espacial da doença, monitorando seu comportamento ao longo do tempo e possibilitando o estudo de tendências de dispersão e formação de *clusters*.

Arambulo III e Astudillo (1991) relatam que alguns países alcançaram avanços significativos na vigilância e controle de algumas doenças transmissíveis, como a poliomielite, raiva e febre aftosa. No caso da febre aftosa e raiva, a utilização do método da cartografia de quadrantes (*grid maps*) e a caracterização geográfica de endemicidade contribuíram para o alcance de tais avanços. Segundo os autores, a utilização da observação direta e caracterização geográfica epidemiológica para o controle da febre aftosa permitiu, nos cinco anos que antecederam a referida publicação, prever três epidemias de febre aftosa baseando-se na ocorrência, dados de campo, ciclos de movimentação de gado e variações virais detectadas em laboratório.

Sobre as perspectivas na utilização dos SIG na saúde animal, Arambulo III e Astudillo (1991) indicam que as falhas nos dados geográficos, de censo e de ocorrência de doenças tornam-se cada vez mais óbvios, assim como a necessidade de melhorá-los ou rejeitá-los por inconsistências. Aceitar dados inconsistentes simplesmente por ser “o que está disponível” deveria se tornar uma desculpa inaceitável na opinião dos autores.

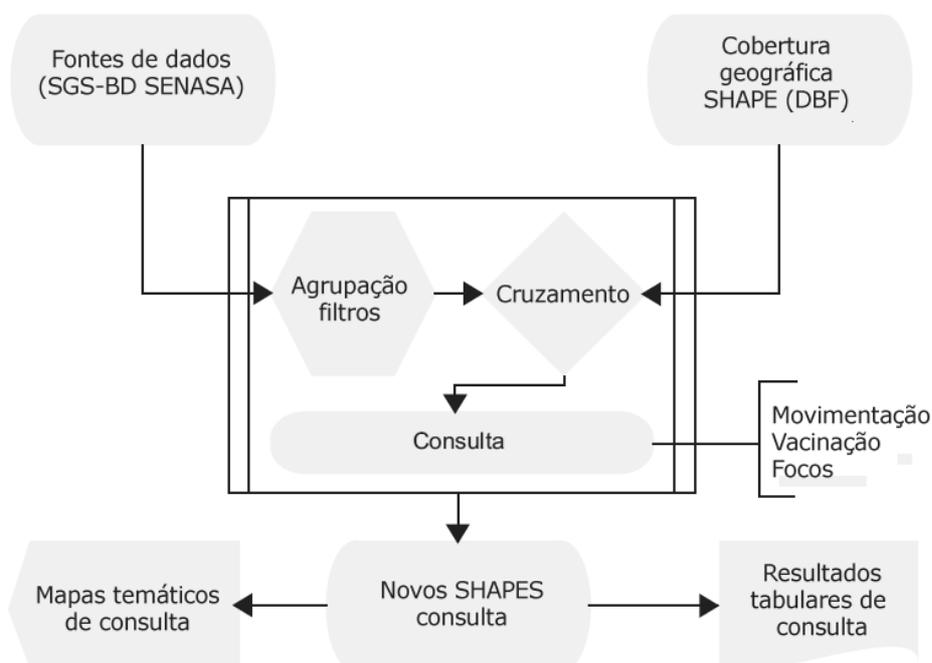
Em outro caso de uso das ferramentas da Geomática na saúde animal, FAO (2005) relata a experiência do Governo da Argentina na aplicação de SIG na epidemiologia da febre aftosa e peste suína clássica daquele país. Tal experiência teve como objetivo primário fortalecer os programas nacionais de erradicação de tais enfermidades, mediante a utilização de sistemas de vigilância epidemiológica e base de dados georreferenciadas. Para tal, desenvolveu um modelo de análise geográfica e espacial da informação epidemiológica voltado a essas enfermidades, de forma integrada às bases de dados do *Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria* (SENASA) e a bases cartográficas de estabelecimentos rurais.

O modelo desenvolvido por FAO (2005), que vincula a informação obtida a partir das bases de dados do SENASA a um SIG, é representado pela Figura 10. Verifica-se na figura a integração entre bases de dados tabulares ou de atributos às bases de dados cartográficos, permitindo a realização de análises espaciais sobre a população animal e eventos sanitários.



**Figura 10** - Representação do modelo de análise da informação geográfica sobre a população animal e atributos sanitários. Adaptado de FAO, 2005.

Para operacionalização do modelo, FAO (2005) fez uso de bases de dados de diversas origens, e, conseqüentemente, em formatos eletrônicos diversos (.dbf, .xls, etc.) e, por essa razão, a estrutura de dados teve que ser adequada antes de sua integração ao modelo. Para o processamento dos dados fornecidos pelo Sistema de Gestão Sanitária (SGS) do SENASA, utilizou-se o MS ACCESS, no qual foram realizadas as consultas necessárias e cujo resultado foi vinculado ao ARCVIEW (ESRI). Alguns outros tipos de dados foram diretamente processados no ARCVIEW (Figura 11).



**Figura 11** - Esquema de processamento e análise de dados. Adaptado de FAO, 2005.

Em suas conclusões, FAO (2005) destaca que o trabalho foi útil ao demonstrar a factibilidade da implementação de um Sistema de Informação Geográfica para a febre aftosa e sua utilidade na análise de dados epidemiológicos e populacionais disponíveis. Acrescenta, ainda, que a utilização desse tipo de ferramenta permite e facilita a caracterização da frequência, distribuição e difusão de enfermidades; a identificação de áreas de risco próximas a uma fonte de infecção; a planificação de uma resposta imediata e eficaz diante de uma emergência sanitária; a caracterização de estabelecimentos agropecuários em função de indicadores de risco epidemiológicos ou produtivos; a análise da frequência, distribuição e fluxos de movimentos entre propriedades; e a auditoria e avaliação de campanhas de vacinação.

Dentre as dificuldades encontradas na execução do projeto, FAO (2005) faz considerações sobre os erros detectados nas cargas das bases de dados do SENASA, cuja falta de revisão implicava na persistência dos mesmos. O sistema SGS operacionalizava através de bases de dados independentes que eram periodicamente consolidadas em nível central. Além disso, as inconsistências do sistema e a falta de definição correta de alguns critérios de classificação de dados também foram fatores apontados que geraram dificuldades na realização das análises.

Segundo FAO (2009), após um período conturbado para a sanidade avícola e humana com o surgimento de focos de influenza aviária a partir de 2003 em diversas regiões do mundo, a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) proveu investimentos para disponibilizar ao setor público o Sistema AVE de informação geográfica para a assistência na vigilância epidemiológica da influenza aviária. Tal desenvolvimento foi possibilitado mediante um acordo de cooperação entre FAO, INTA (Instituto de Tecnologia Agropecuária da Argentina) e com a colaboração do Centro de Epidemiologia da Universidade de Massey na Nova Zelândia.

FAO (2009) relata que o objetivo do Sistema AVE é auxiliar os serviços veterinários oficiais de cada país, possibilitando a análise sobre o risco de ingresso da influenza aviária altamente patogênica (IAAP – H5N1) em uma determinada área. Além disso, direcionaria uma vigilância epidemiológica ao risco, reduzindo os custos das operações de vigilância dos serviços veterinários nacionais. Para atingir esses objetivos, o sistema considerou oito fatores de risco por onde o H5N1 pode ingressar no país (fronteiras, aeroportos, rios, locais de

migração de aves silvestres, rotas pecuárias terrestres, aves de subsistência, espelhos d'água e comercialização de aves). Cada um desses temas é sobreposto em um determinado mapa, de forma a possibilitar a análise desejada.

O sistema AVE deve ser entendido como uma metodologia para análise do risco apoiada no uso de Sistemas de Informação Geográfica e não como um SIG especificamente desenvolvido para essa função, apesar do nome sugestivo. Tal metodologia é apresentada utilizando o software ARCVIEW 3.2 para realizar a análise espacial e confecção de mapas e bases de dados MS ACCESS para manipulação dos dados vinculados aos temas indicados para a análise.

Como conclusão desse trabalho, FAO (2009) indica que o sistema proposto, baseado na identificação de áreas de risco potencial à introdução da influenza aviária permite e favorece a implementação de estratégias de vigilância epidemiológica, concentrando esforços naquelas áreas onde há maior probabilidade do evento sanitário ocorrer.

Complementarmente, Elliott et al. (2005 apud FAO, 2009) ressalta que o êxito desse método de análise depende em grande parte de uma avaliação de risco bem estruturada, desenvolvida com a participação de especialistas de distintas disciplinas para a definição conjunta dos escores de risco.

Segundo Eisen e Eisen (2011), técnicas de modelagem estatística tem sido comumente incorporadas aos SIG voltados à gestão em saúde para identificar padrões espaciais e espaço-temporais dos agentes de doenças; aprimorar nosso entendimento sobre como fatores ambientais influencia a transmissão do patógeno; e prever futuras mudanças no risco espacial de exposição ao agente de doença.

Várias publicações da literatura científica demonstram como as técnicas pertencentes à geoestatística e análises espaciais diversas podem contribuir de forma decisiva para o aperfeiçoamento das ações voltadas à vigilância epidemiológica, conforme descrito por Moore e Carpenter (1999) e Rushton (2003) em suas revisões sobre a utilização de métodos de análises espaciais em estudos clássicos e contemporâneos na saúde humana e animal; Curtis (1999) em seu estudo sobre métodos exploratórios de análise espacial, voltados à identificação de áreas com maior demanda por vigilância para raiva; Fonseca et al. (2005) na

distribuição espaço-temporal do carrapato *Boophilus microplus* no município de Seropédica (RJ); Negreiros et al. (2009) na utilização da função  $K$  para identificação de aglomerações espaciais (*clusters*) de focos de febre aftosa, a partir de dados registrados nos surtos ocorridos no Mato Grosso do Sul em 2005; Eisen e Eisen (2011) na utilização de modelos espaciais e espaço-temporais para auxílio no controle de vetores transmissores da dengue e do Vírus do Nilo Ocidental.; Soares et al. (2010) ao analisar a distribuição espacial e sazonal da leptospirose no município de São Paulo e seus componentes ecológicos e sociais de transmissão; entre outros.

Conforme Cromley (2003), o desenvolvimento de sistemas de informação geográfica, baseados em sistemas computacionais para integração e análises de dados espacialmente referenciados, tem provido novas ferramentas importantes para pesquisas médicas-geográficas em doenças. Porém, segundo o autor, as aplicações de SIG nos estudos de doenças demandam dados espacialmente referenciados na origem e distribuição dos agentes causais, na distribuição geográfica da população em risco por idade, sexo, raça e etnia, na distribuição geográfica dos desfechos de surtos. Sem eles não é possível abstrair os benefícios dessa tecnologia.

Ricketts (2003) complementa lembrando que um Sistema de Informação Geográfica não é uma solução completa e definitiva para entender a distribuição de doenças e os problemas de saúde, mas é um importante caminho que permite enxergar melhor como as populações interagem em seu ambiente para criar ou comprometer a saúde.

Dessa forma torna-se imprescindível que todos os Sistemas de Informação Geográfica, sejam eles especificamente voltados à vigilância epidemiológica ou para usos diversos, possibilitem exportar seus dados para arquivos padrões de mercado como é o caso do arquivo Shape (.shp), para que, dessa forma, seja possível complementar as análises em outras plataformas dotadas de diferentes recursos.

Eisen e Eisen (2011) lembra que, apesar das possibilidades de aprimoramento da gestão em saúde a partir da utilização dos SIG, a coisa mais importante para se compreender quando embarcamos em um projeto de modelagem de dados espaciais, é que os modelos são tão bons como os dados sobre os quais se baseiam. Dessa forma, o autor nos indica que, antes

de qualquer iniciativa mais elaborada quanto à utilização de SIG, as bases de dados devem estar bem estruturadas e devem estritamente albergar dados de origem confiável.

### **3.6.1. Capacitação de profissionais na utilização de SIG**

Para Câmara et al. (2001), a tecnologia de Sistemas de Informação Geográfica teve na década de 1970 o grande impulso para seu desenvolvimento, motivado principalmente por interesses comerciais em sua aplicação prática. Em razão disso, seu desenvolvimento como ciência não foi acompanhado por um correspondente avanço nas bases conceituais da geoinformação, tendo por consequência a estruturação de uma disciplina de aprendizado singularmente dificultado, a despeito de outras possuidoras de um corpo básico de conceitos teóricos. Para os autores, as raízes deste problema estão na natureza interdisciplinar dessa nova ciência, em que convergem áreas como a Informática, Geografia, Planejamento Urbano, Engenharia, Estatística e Ciência do Ambiente, impossibilitando a Ciência da Geoinformação de se consolidar como disciplina científica independente.

Apesar de seu caráter interdisciplinar, Câmara et al. (2001) consideram que seu fundamento básico é a construção de representações computacionais do espaço, e que, através da revisão das principais concepções científicas que possibilitam uma mais sólida fundamentação teórica do Geoprocessamento, também obterão secundariamente maior inspiração para projetos de novos Sistemas de Informação Geográfica.

Para Ricketts (2003), os SIG, como seus outros primos na revolução informacional, requerem substanciais habilidades por parte dos especialistas, imensos investimentos em desenvolvimento e adaptação de dados e uma estrutura para determinar o que os dados estão nos dizendo quando eles estão lançados em um determinado contexto espacial, visualmente em mapas e telas, ou como novas estatísticas com referências espaciais.

O treinamento em SIG é demorado e envolve altos custos. Sistema de Informação Geográfica é uma área emergente de pesquisa e sabe-se que a maioria do pessoal formado vem dos cursos de pós-graduação. Um sistema informatizado, por melhor que seja, sempre requer pessoas habilitadas para usá-lo de forma eficiente. (MIRANDA, 2005)

Thurston et al. (2003) também considera fundamental o investimento de recursos na preparação de profissionais, não somente para a utilização operacional de SIG, mas também na criação de entendimento sobre realmente o que é e o que representa um SIG. Nesse contexto o autor faz referência a uma necessária distinção a partir desses propósitos, sobre a ótica do entendimento entre as diferenças da formação e educação, conforme se segue:

- Formação refere-se às habilidades na operacionalização de um SIG: permite ao usuário trabalhar dentro de um sistema específico através da familiaridade com os comandos e operações desse sistema. Essa formação relaciona-se ao entendimento do “como” e ocorre sob uma demanda alimentada;
- Educação é o conhecimento e teoria por trás de um SIG. A educação oferece a capacidade de sintetizar-se e adaptar-se a novos ambientes, utilização ao longo da vida e experiência. Educação geográfica fornece ao receptor um extenso corpo de conhecimento teórico e conceitual espacial, que permite a ele ou ela operar de forma significativa e eficaz um SIG. É um tipo de oferta alimentada. (THURSTON et al, 2003)

Mesmo diante dos claros benefícios que um SIG tem a oferecer, os serviços veterinários oficiais são geralmente desprovidos desse tipo de sistemas que atendam especificamente às suas necessidades. Para que sejam realizadas análises de dados georreferenciados, mesmo que simplesmente exploratórias, torna-se necessária a utilização de softwares que trabalham de forma desconexa às suas bases oficiais de dados e que possuem um nível de complexidade que limita ainda mais seu uso a poucos profissionais desses órgãos. Instituições dessa natureza geralmente não possuem técnicos da área de geociências para realizar ou simplesmente auxiliar os fiscais agropecuários em tais análises. Esta realidade limita sensivelmente a democratização no uso desse tipo de tecnologia, e, por consequência, impede que se obtenham importantes avanços na condição de identificar, analisar e intervir em situações de risco e eventos sanitários.

Torna-se fundamental, portanto, identificar e atender as demandas de formação da grande massa de profissionais que trabalham nas atividades operacionais de defesa sanitária, capacitando-os na utilização de um SIG específico para suas atividades de rotina e as

demandas por educação geográfica para profissionais que desempenham posições estratégicas na análise de dados da saúde animal. Tal entendimento já pode ser identificado em algumas iniciativas particulares, mas ainda demanda de maior incentivo para sua efetiva prática.

Fazendo referências aos esforços aplicados pelos governos da Argentina e outros organismos voltados à saúde animal, FAO (2005) relata que mesmo com investimentos que se iniciaram na década de 1990, não existia, até então, um sistema de informação georreferenciado voltado à sanidade animal. Apesar disso, o autor relata que já era percebido que alguns organismos nacionais já haviam avançado na utilização da cartografia digital e o processamento de imagens orbitais, porém o SENASA (*Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria*) não dispunha, naquela época, da tecnologia e de profissionais capacitados para utilização dessas ferramentas.

Com o objetivo de realizar troca de experiência no âmbito regional sobre os diferentes SIG em uso nos serviços veterinários, assim como para apresentar a proposta metodológica do novo SIG descrito por FAO (2005) e realizar cursos teórico-práticos para uso do mesmo, os consultores responsáveis pelo estudo realizaram *workshops* regionais na Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Paraguai e Uruguai.

No Brasil, o Centro Pan-Americano para Febre Aftosa (PANAFTOSA), juntamente com o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, tem fomentado desde 2007 cursos aos profissionais das agências estaduais de defesa agropecuária com o objetivo de formá-los na utilização de ferramentas específicas de geoprocessamento. Tal iniciativa demonstra a preocupação do Governo brasileiro em estimular que esses profissionais apliquem na rotina de seu trabalho técnicas que possibilitaram aprimorar o exercício da vigilância epidemiológica veterinária.

### **3.7. Cadastro Técnico Multifinalitário - CTM**

Os conceitos aplicados no atual estudo remetem-se tão simplesmente ao cadastro de propriedades rurais para fins de regularização sanitária junto aos órgãos de defesa agropecuária, não atingindo nesse contexto a realização total de trabalhos técnicos de acordo

com patrimônio imobiliário do Estado e com as normas legais que a regulem. Entretanto, os conceitos e procedimentos já estabelecidos para o CTM podem fornecer valiosa contribuição para o aperfeiçoamento dos cadastros para fins sanitários e merecem, portanto, uma breve menção sobre sua origem, definições e práticas.

### 3.7.1. Origem e Definições

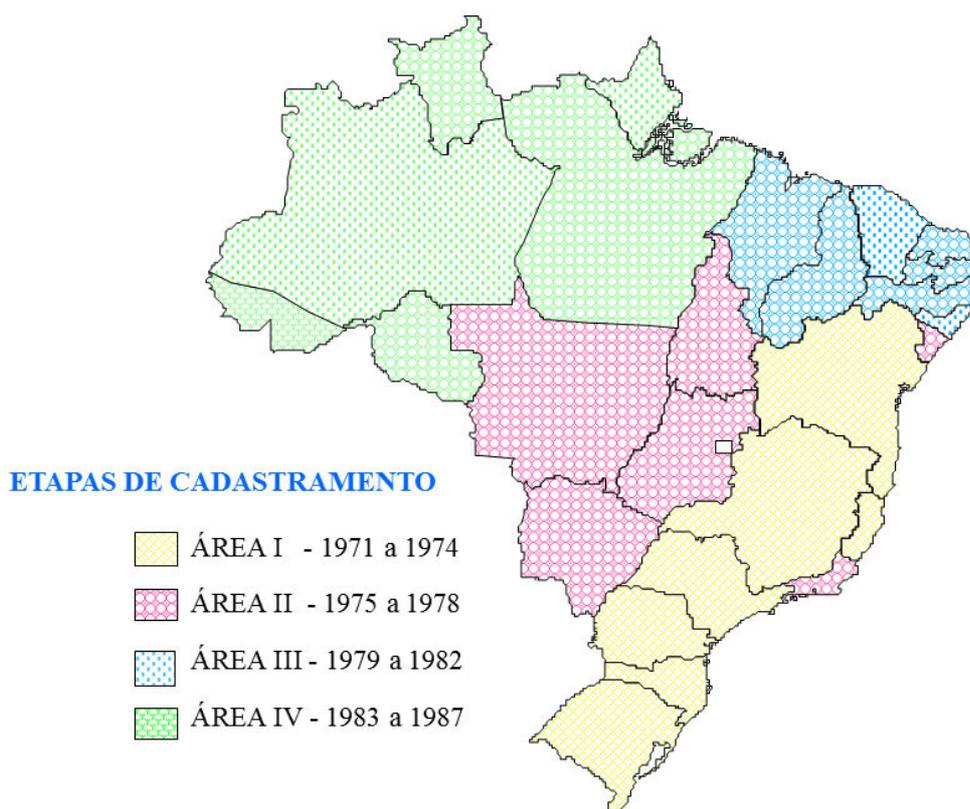
De acordo com Loch e Erba (2007), a primeira utilização que se tem notícia no uso de cadastros remonta de aproximadamente 4.000 a.c., a partir de sua aplicação pelo caldeus para fins fiscais. Nos registros sobre tal prática, as parcelas de terra eram descritas geometricamente, possibilitando o conhecimento da estrutura fundiária para sua tributação. Ao longo da História, indianos, gregos, egípcios, e mais a frente também europeus, reafirmaram a importância do cadastro, atribuindo-lhe maior intervenção e aperfeiçoamento nos sistemas de registros e publicidade de propriedades.

Segundo Loch e Erba (2007), embora os primeiros cadastros imobiliários tenham sido estruturados para arrecadação, ao longo dos tempos foi verificado que sua instituição possuía estreitas relações com outros órgãos administrativos, e cada um deles poderia lhe atribuir o uso muito além da visão simplesmente fiscal, conferindo-lhe controles ambientais e jurídicos do imóvel e das pessoas que nele moram. Em razão de tais possibilidades de uso, definidas pela visão de cada nação e órgão da administração pública, é que se define, portanto, tais produtos como cadastros com multifinalidades ou simplesmente multifinalitários.

O Cadastro Técnico para ser multifinalitário, deve atender ao maior número de usuários possíveis, o que exige que se criem produtos complexos e tecnologias que os tornem acessíveis para qualquer profissional que necessite de informações ao nível de propriedade. Atualmente estão surgindo cada vez mais técnicas novas que permitem otimizar os custos para se gerar informações físico-espaciais, envolvendo banco de dados gráficos e alfanuméricos. Esta redução de custos compreende todo o espectro desde as medições de campo até os recursos da informática para gerar dados secundários derivados daquelas medições de campo. (LOCH, 2001).

### 3.7.2. O cadastramento de imóveis rurais para fins da defesa agropecuária

O cadastro de imóveis rurais no Brasil para fins de controle sanitário de doenças remete ao final da década de 1960, mais precisamente ao ano de 1968, quando o Governo Brasileiro contraiu junto ao Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) um financiamento no valor de 14 milhões de dólares para serem empregados na atividade. O cronograma planejado para esse projeto previa 4 (quatro) etapas de 4 (quatro) anos cada para o cadastramento total dos produtores e propriedades do país. As atividades efetivamente foram iniciadas em 1971 com a contratação de equipes de cadastramento que seguiram em direção das regiões mais densamente povoadas por bovídeos, apresentando a evolução temporal representada na Figura 12. (Informação verbal)<sup>2</sup>



**Figura 12** - Etapas de cadastramento de propriedades rurais para fins sanitários.

Em critério de exemplo, no Estado de Minas Gerais o trabalho iniciou-se pela região do Triângulo Mineiro e Médio Jequitinhonha. Paralelamente, os Estados de São Paulo e

<sup>2</sup> Comunicação pessoal de Gilberto Rodrigues Coelho, em 10 de janeiro 2012.

Bahia também iniciaram a mesma tarefa nas regiões fronteiriças às regiões de Minas Gerais onde se executava tal cadastramento. O trabalho de Minas Gerais prosseguiu até o completo cadastramento de todas as propriedades rurais possuidoras de bovídeos que faziam parte das regiões de fronteira do Estado, restando regiões interioranas ainda não cadastradas. Foi então que, em 1989, por uma demanda explícita da comunidade européia ao Governo Brasileiro, houve a retomada das atividades de cadastramento até sua conclusão por volta do ano de 1990. (Informação verbal)<sup>3</sup>

Para a realização do cadastramento de tais propriedades rurais os oficiais do serviço veterinário não fizeram uso de qualquer informação já cadastrada em outros órgãos governamentais.

Nessa época algumas estratégias foram utilizadas para facilitar a identificação geográfica dessas propriedades recém-cadastradas, dentre as quais se destacava a utilização da setorização rural. Até bem pouco essa era a forma mais usual de identificar a qual região localizava-se determinada propriedade rural. Isso era possível de ser feito a partir da avaliação do código de cadastro de sua propriedade que estava presente no cartão sanitário do produtor rural (Figura 13), o qual era composto de números e letras que indicavam a qual setor pertencia o estabelecimento. (Informação verbal)<sup>4</sup>

IMA		CONTROLE SANITÁRIO		490193	
DELEGACIA REGIONAL: TEOFILO OTONI					MARCA
ESCRITÓRIO SECCIONAL: MALACACHETA					
MUNICÍPIO: FRANCISCOPOLIS			CAD. Nº: 7900143-A		
PROPRIEDADE: FAZENDA SANTA ROSA- PLACIDO					
PROPRIETÁRIO: GILBERTO RODRIGUES COELHO					CTR
DATA VAC.	PARTIDA	LABORATÓRIO	RUBRICA SERVIDOR	CÓDIGO MUNICÍPIO	
09/4/96	002/95	012	<i>[assinatura]</i>	392	
04/9/96	003/96	012	<i>[assinatura]</i>	392	

**Figura 13** - Cartão de Controle Sanitário, evidenciando o código da propriedade pertencente ao setor "A" do município de Franciscópolis, MG.

Atualmente os novos cadastros são realizados de duas formas distintas: através da

<sup>3 e 4</sup> Comunicação pessoal de Gilberto Rodrigues Coelho, em 10 de janeiro 2012.

identificação ativa de estabelecimentos ainda não cadastrados no órgão executor de sanidade animal ou pela apresentação espontânea do produtor rural às unidades veterinárias locais, a fim de realizar a regularização de sua situação. Em ambas as circunstâncias, os profissionais das unidades veterinárias locais realizarão uma visita técnica à propriedade rural com o objetivo de avaliar clinicamente a condição de saúde dos animais, validar os dados repassados pelo produtor rural (tamanho da propriedade, área de pasto, número de animais presentes, entre outros) e georreferenciar o estabelecimento. (Informação verbal)<sup>5</sup>

Tal georreferenciamento é realizado com a coleta única de um ponto representativo da propriedade rural (porteira, padrão de luz, casa sede ou curral). As coordenadas geográficas são adquiridas exclusivamente através de receptores GPS que se utilizam do código C/A, os quais permitem obter a precisão e acurácia suficientes aos objetivos deste tipo de trabalho.

Pelas suas características simplistas, principalmente no que diz respeito à ausência de estabelecimento dos limites entre parcelas, porém riqueza de atributos ambientais, podemos considerar que os cadastros para fins sanitários podem ter suas informações agregadas a um CTM conferindo-lhe maior evidência de seu preceito multifinalitário. O inverso também pode ser considerado verdadeiro, considerando que os cadastros para fins sanitários podem abstrair e se beneficiar dos dados atribuídos primariamente a um CTM.

---

<sup>5</sup> Comunicação pessoal de Gilberto Rodrigues Coelho, em 10 de janeiro 2012.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Estratégia de conceituação, estruturação da base de dados e requisitos do sistema

De acordo com Silva (2007), a construção eficiente de sistemas de informação depende da criação de modelos conceituais que sejam representativos da porção modelada da realidade. Dessa forma, para atingir os objetivos traçados de concepção de um sistema de geoinformação aplicado à vigilância epidemiológica veterinária torna-se fundamental abstrair da realidade estrutural, dos processos operacionais e informacionais de um órgão do serviço veterinário oficial, todas as peculiaridades que possibilitem a criação desse modelo conceitual.

Segundo Yin (1994), o estudo de caso possibilita ao pesquisador realizar uma investigação profunda de uma organização, objetivando testar e validar hipóteses construídas a partir de um referencial teórico. Segundo o autor, pesquisas dessa natureza possibilitam explicar uma decisão ou conjunto de decisões, indicando-nos porque elas foram tomadas, como foram implementadas e quais os resultados alcançados. Em razão de tais características, optou-se pela realização de um estudo de caso como estratégia primária de pesquisa para o presente estudo.

Para a realização do estudo de caso escolheu-se o órgão do serviço veterinário oficial do Estado de Minas Gerais, o Instituto Mineiro de Agropecuária – IMA, que possui reconhecido *know-how* como instituição de defesa agropecuária e que representa uma unidade significativa de análise da realidade desse tipo de instituição.

Definiu-se como abordagem específica para a coleta de dados a realização de entrevistas na forma espontânea, com quatro coordenadores de programas sanitários ao nível estadual; identificação de referencial técnico utilizado nas atividades operacionais da instituição a partir de pesquisa documental (formulários de campo, instruções de serviço, manuais, procedimentos operacionais padrão e legislação); e, por fim, observação direta da estrutura e demanda informacional da instituição.

A partir da análise dos dados, e através do método de construção da explanação, buscou-se estabelecer um referencial teórico-prático sobre com as características instituição e

setor, possibilitando com isso a elaboração dos requisitos para a concepção do sistema proposto. Definiu-se para a análise de requisitos dois módulos específicos e complementares, que propiciam identificar e atender as necessidades dos usuários, sendo eles: requisitos principais (módulo cadastral); e requisitos para o sistema de informação geográfica (módulo SIG). Na análise de requisitos foram contemplados exclusivamente tópicos vinculados direta ou indiretamente a realização de ações no âmbito da vigilância epidemiológica veterinária.

Após a fase de análise de requisitos elaborou-se o projeto conceitual de banco de dados (modelagem dos dados), utilizando para tal a abordagem Entidade-Relacionamento. Definiu-se o sistema gerenciador de banco de dados PostgreSQL 9.0 para a realização do projeto lógico. O projeto físico do banco de dados foi estabelecido a partir da disponibilidade de um servidor próprio da instituição sob a plataforma MS Windows Server 2003, hospedado na Companhia de Tecnologia de Informação do Estado de Minas Gerais, e em ambiente compartilhado com outros serviços do órgão.

Como plataforma para o desenvolvimento do sistema foi utilizado o *Microsoft .Net framework 3.5*, no pacote *Microsoft Visual Studio 2008*. O desenvolvimento da codificação dos algoritmos computacionais foi realizado utilizando a linguagem VB.Net (*Visual Basic .Net*). Utilizou-se bibliotecas próprias produzidas pelo laboratório de Geomática (UFES) para outros projetos, e de terceiros para o desenvolvimento de pontos específicos do sistema.

Após desenvolvimento do sistema em sua versão 2.0, realizou-se um Belo Horizonte um encontro com quatorze médicos veterinários integrantes do Grupo de Atenção Veterinária Especial em Avicultura – GAVEA – para que dessa forma o sistema fosse testado e validado pelos seus usuários.

#### **4.2. Ambiente de aplicação do sistema**

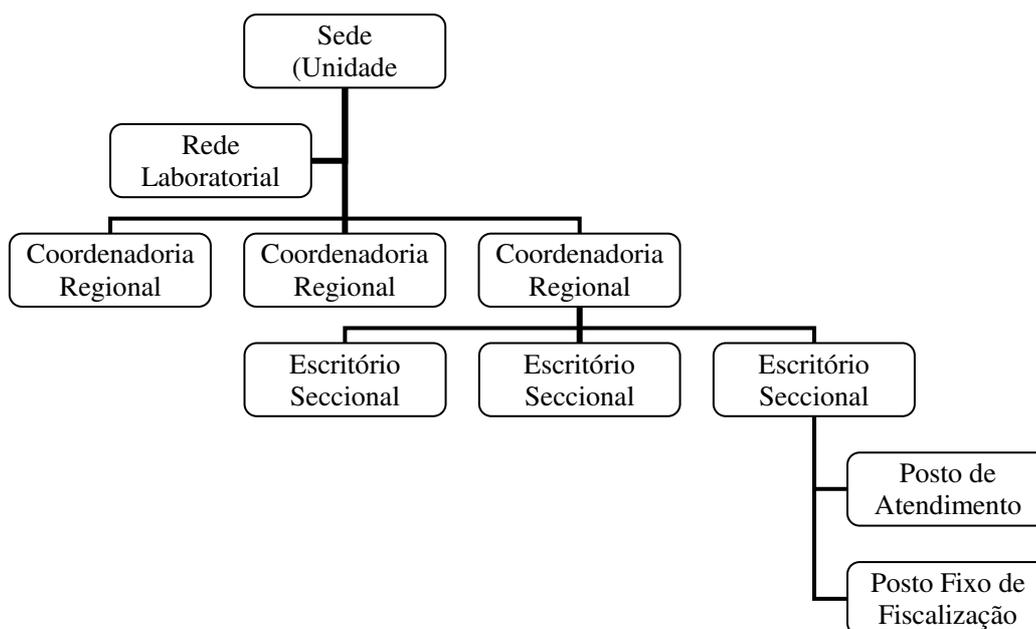
O IMA é uma autarquia vinculada à Secretária de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais, instituição criada em 1992 pelo pela Lei Estadual 10.594. Possui como missão exercer no Estado de Minas Gerais a defesa sanitária animal e vegetal, assegurando a oferta de produtos de qualidade, contribuindo para a preservação da saúde

pública e a conservação do meio ambiente.

Apesar de se tratar de um órgão bastante jovem, com apenas 20 anos de existência, a instituição carrega consigo a experiência de outras agências de defesa agropecuária que fizeram parte do Governo de Minas Gerais ao longo das últimas décadas, que foram se transformando até a constituição do IMA. Além disso, seu corpo técnico também foi herdado, em grande parte, dessas agências do passado, contribuindo para a retenção de conhecimentos e experiência imprescindíveis ao tratamento de assuntos estratégicos.

O órgão possui uma estrutura descentralizada de administração constituída de sua sede, localizada em Belo Horizonte, 20 Coordenadorias Regionais, 212 Escritórios Seccionais, 430 postos de atendimento, 19 postos fixos de fiscalização, além de rede laboratorial oficial. Sua estrutura organizacional pode ser representada simplificada conforme a Figura 14.

Seu corpo técnico é formado por aproximadamente 1750 servidores públicos, não havendo terceirização ou contratação de profissionais para as funções fim da instituição. No que se refere à sanidade animal, a instituição possui um grande contingente de profissionais distribuídos dentre suas unidades administrativas conforme demonstrado nas Tabelas 2 e 3.



**Figura 14** - Estrutura organizacional simplificada - IMA

**Tabela 2** - Distribuição de Médicos Veterinários do Instituto Mineiro de Agropecuária. IMA, 2010

	<b>Unidade Central</b>	<b>Coord. Regionais</b>	<b>Escritórios seccionais</b>	<b>Postos Fixos</b>	<b>Laboratórios</b>
Cargos de Direção	1	11	-	-	2
Defesa Sanitária Animal	18	26	192	-	2
Inspeção de Produtos	13	23	51	-	-
Outros Setores	21	9	12	-	7
<b>TOTAL</b>	<b>53</b>	<b>69</b>	<b>255</b>	<b>0</b>	<b>11</b>

**Tabela 3** - Distribuição de outros profissionais diretamente ligados à sanidade animal. IMA, 2010.

	<b>Unidade Central</b>	<b>Coord. Regionais</b>	<b>Escritórios seccionais</b>	<b>Postos Fixos</b>	<b>Laboratórios</b>
Auxiliares técnicos	8	35	341	140	4
Auxiliares Administrativos	78	82	810	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>86</b>	<b>117</b>	<b>1151</b>	<b>141</b>	<b>5</b>

Uma das grandes demandas identificadas dos órgãos de defesa agropecuária diz respeito à constituição e manutenção de uma adequada infraestrutura de equipamentos e serviços, em que figuram itens tais como veículos, computadores, aparelhos de GPS, material para atendimento de suspeitas de enfermidades, dentre outros. A Tabela 4 apresenta alguns desses itens e sua respectiva distribuição entre as unidades administrativas do IMA.

Na prática, sua estrutura, equipamentos e recursos possibilitam atingir sua missão a partir da execução de atividades operacionais, que, por consequência, estão também alinhadas ao planejamento estratégico da instituição. Tais atividades são coordenadas por gerências específicas que possuem caráter de similaridade e/ou complementariedade a partir de um objetivo mais amplo.

**Tabela 4** - Infraestrutura de equipamentos e serviços. IMA, 2010

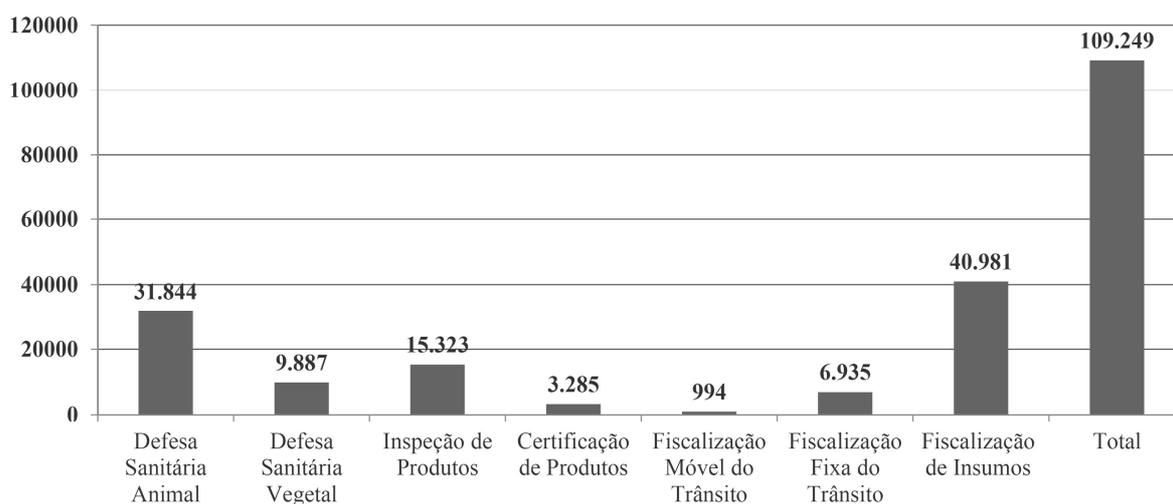
	<b>Unidade Central</b>	<b>Coord. Regionais</b>	<b>Escritórios seccionais</b>	<b>Postos Fixos</b>	<b>Laboratórios</b>
Automóveis com tração simples	22	115	345	16	3
Automóveis com dupla tração	1	-	6	-	-
<i>Vans e Trailers</i>	1	9	1	-	-
Computadores	195	281	1101	26	5
Acesso à internet	195	23	661	16	5
Telefones fixos	120	44	612	8	8
Aparelhos de <i>fax</i>	45	22	439	8	2
Aparelhos de GPS	173	90	525	2	-

No caso da defesa sanitária animal, as atividades estão alinhadas ao objetivo específico definido pelo programa nacional de sanidade que faz parte. Um exemplo dessa estrutura de ação operacional pode ser percebido através da análise do Programa Nacional de Sanidade Avícola (PNSA). Dele fazem parte atividades operacionais tais como o registro de granjas comerciais; a coleta de material de aves de descarte para análise laboratorial; o atendimento à suspeitas de doenças de notificação obrigatória; o controle e fiscalização do trânsito de aves, dentre outras atividades.

Da mesma forma, outros programas sanitários tais como o Programa Nacional de Controle e Erradicação de Brucelose e Tuberculose (PNCEBT); o Programa Nacional de Controle da Raiva dos Herbívoros (PNCRH); o Programa Nacional de Sanidade Suídea (PNSS); e o Programa Nacional de Erradicação da Febre Aftosa (PNEFA) agregam em sua estrutura de ações diversas atividades ditas “de campo”, que são executadas pelos fiscais agropecuários e assistentes fiscais do serviço veterinário estadual.

Mas defesa agropecuária não se faz somente de defesa sanitária animal, inclui-se também ações no âmbito da defesa sanitária vegetal, inspeção de produtos, certificação de

produtos, e ações de educação sanitária. Cada um desses grupos de atividades colabora sinergicamente para garantir a qualidade dos produtos agropecuários ou ainda para assegurar a segurança alimentar. A Figura 15 demonstra de forma abrangente a amplitude de atividades planejadas em 2011 pelo IMA.



**Figura 15** - Número de atividades operacionais planejadas em 2011.

### 4.3. Análise de Requisitos

#### 4.3.1. Sistema GEODSA: requisitos principais

A partir do mapeamento da estrutura e demanda informacional presente na instituição, estabeleceram-se os principais requisitos (necessidades) a serem atendidos no desenvolvimento de um sistema integrado de geoinformação para a vigilância epidemiológica veterinária, ora denominado sistema GEODSA. Tais requisitos foram estruturados na Tabela 5 a partir de temas centrais identificados como principais demandas da instituição.

Os cadastros aqui denominados de básicos (2) possuem tal definição por serem essenciais a todo e qualquer processo operacional da defesa agropecuária, e não por critério de simplicidade. Tal estrutura de cadastros traduz a realidade da organização fundiária

existente na pecuária brasileira, em que um determinado produtor pode ser dono de várias propriedades ou não possuir nenhuma propriedade e deter diversos rebanhos em terras arrendadas. Tal estrutura possibilita o exercício de princípios lógicos de relações do tipo “um para um”, “um para muitos”, “muitos para um” e “muitos para muitos”.

**Tabela 5** - Requisitos principais do sistema GEODSA.

Tema	Dados contemplados	Informação básica a ser obtida do tema
1. Estrutura Administrativa	Unidades administrativas do IMA e municípios de Minas Gerais.	Análise ao nível administrativo que pertence o usuário.
2. Cadastros básicos	Produtores, propriedades e explorações pecuárias.	Distribuição espacial e caracterização produtiva das unidades epidemiológicas primárias.
3. Informes sanitários	Casos suspeitos e confirmados para enfermidades de notificação obrigatória.	Distribuição espacial e temporal de casos suspeitos e confirmados.
4. Pontos de risco	Pontos de risco sanitário.	Distribuição espacial de pontos de risco sanitário.
5. Revendedores de Produtos Veterinários	Revendedores de Produtos Veterinários	Distribuição espacial de estabelecimentos
6. Estabelecimentos Agroindustriais	Estabelecimentos produtores ou transformadores.	Distribuição espacial de estabelecimentos
7. Eventos Pecuários	Estabelecimentos de eventos e eventos pecuários.	Distribuição espacial de eventos pecuários
8. Trânsito de animais	Guias de trânsito animal	Fluxo do trânsito intra e interestadual de animais

Um preceito fundamental para os cadastros básicos é sua correta codificação, de forma que se possibilite atribuir chaves de identificação únicas a cada registro, evitando com isso dúvidas na identificação de registro de homônimos. Além disso, a codificação é útil para que seja possível realizar a pronta identificação da localização municipal do estabelecimento. Um exemplo disso é o código de propriedade 31001040009, em que a parcela “3100104” indica que o estabelecimento é do estado de Minas Gerais, do município de Abadia dos Dourados, e o valor “0009” representa o valor sequencial de propriedades naquele município.

Os informes sanitários (3) são formulários estruturados para receber a notificação de um caso suspeito ou confirmado de enfermidade de notificação obrigatória ou não obrigatória, seja por parte do fiscal do serviço veterinário oficial ou do médico veterinário privado vinculado ao SVE. Atualmente existem diversos desses informes em operação na cadeia do serviço veterinário brasileiro, todos com sua função específica, mas com um objetivo comum de promover a notificação e acompanhamento de suspeitas e casos confirmados. Dentre os informes em uso atualmente destacam-se a Ficha Epidemiológica Mensal, o Informe de Doenças das Aves e o Informe de Doenças Respiratórias de Suínos.

Além dos estabelecimentos de produção comercial de animais que recebem uma vigilância constante do serviço oficial, outros estabelecimentos despertam especial atenção pelo seu risco potencial como receptor, armazenador e veiculador de doenças infectocontagiosas de interesse veterinário. Tais estabelecimentos podem ser denominados genericamente como Pontos de Risco Sanitário (4) e possuem grande diversidade quanto a sua estrutura e finalidade. Alguns exemplos desses pontos de risco sanitário são as empresas comerciais revendedoras de aves vivas, zoológicos, aterros sanitários, aeroportos, criatórios de subsistência de aves e suínos, criatórios de animais silvestres, locais de realização de eventos pecuários, dentre outros.

Os Revendedores de Produtos Veterinários (5) são estabelecimentos que representam papel importante na manutenção da saúde animal, em especial pela sua participação na conservação e comercialização de vacinas contra doenças de controle oficial. Análises sobre a distribuição geográfica de tais revendedores, sua capacidade de estocagem, seu estoque momentâneo de vacinas, e qualidade sobre a manutenção da conservação desses produtos biológicos devem ser alvo constante acompanhamento. Regiões desprovidas de revendedores de produtos veterinários podem desestimular o produtor rural a cumprir suas obrigações

sanitárias, assim como estabelecimentos que não conservam adequadamente suas vacinas podem influenciar negativamente a qualidade dos produtos e, por consequência a proteção dos rebanhos.

Um tipo específico de ponto de risco sanitário participa ativamente da cadeia do agronegócio da carne e do leite e, em função disso, é tratado com especial atenção pelo serviço veterinário. Os Estabelecimentos Agroindustriais (6) recebem grande fluxo de veículos transportadores de animais e de leite e podem potencializar a difusão de enfermidades infectocontagiosas em razão dessa característica. Além disso, por se tratar de estabelecimentos com a presença de médicos veterinários dos serviços de inspeção, contribuem na coleta de material para análise laboratorial e na identificação de achados de necropsia que são importantes indicativos da presença de enfermidades em rebanhos.

Outro tema importante que oferece grande risco à disseminação de doenças são os Eventos pecuários (7). Tais aglomerações promovem um breve contato entre animais de diferentes origens (propriedades rurais ou outros eventos pecuários) e ao seu encerramento realizam a dispersão para vários destinos (propriedades rurais, outros eventos pecuários, abatedouros, etc). Em razão dessas características torna-se um ponto particular de atenção e controle.

O componente de análise comum a vários temas, e que promove um vínculo epidemiológico entre propriedades rurais, eventos pecuários e abatedouros, é o Trânsito de animais (8). Tal componente é gerenciado seguindo os princípios da rastreabilidade animal, em que se espera controlar as movimentações através de informações tais como origem e destino, finalidade do trânsito, dia de realização da movimentação e outros mais.

Em relação aos relatórios alfanuméricos a serem disponibilizados no sistema, foi identificada a necessidade de criação de um conjunto de filtros baseados nos atributos de cada tema, permitindo ao usuário compor relatórios conforme sua necessidade. A mesma metodologia aplica-se a criação de relatórios espaciais, que deverão permitir ao usuário definir os parâmetros a serem utilizados em cada consulta e geração de relatório.

#### 4.3.2. Requisitos do SIG aplicados à estruturação do GEODSA

Quanto aos requisitos relacionados ao SIG, foi verificado que tais necessidades restringem-se às ferramentas habituais dos sistemas de informação geográfica, contextualizadas aos temas acima indicados, e providos de simplificações que permitissem aos usuários das unidades veterinárias locais assimilar com facilidade a operacionalização do software.

Dentre as principais necessidades apontadas encontram-se:

- Inclusão facilitada do mapa geopolítico do estado;
- Inclusão facilitada das sedes municipais;
- Inclusão facilitada da rede viária do estado;
- Sobreposição de camadas (*layers*) das bases cartográficas e temáticas;
- Espacialização por pontos de cadastros gerenciados pelo sistema (propriedades, explorações pecuárias, pontos de risco, casos confirmados, entre outros);
- Espacialização de pontos a partir de filtros de unidades administrativas (Coordenadorias Regionais, Escritórios Seccionais) e/ou municípios;
- Cálculo de distância entre elementos georreferenciados (pontos);
- Delimitação de áreas de focais e perifocais, a partir de um caso confirmado ou suspeito;
- Relatórios tabulares para áreas de foco e perifoco delimitadas;
- Cálculo de rotas entre estabelecimentos rurais através da rede de rodovias;
- Importação e inclusão de imagens georreferenciadas diversas;
- Integração com as ferramentas gratuitas *Google Earth* e *Google Maps*;
- Importação e Exportação de arquivos de mapas (.shp);
- Ferramenta de impressão de mapas.

O desenvolvimento de tais funções no SIG pretende possibilitar ao usuário obter respostas às perguntas habitualmente feitas durante a rotina do trabalho de vigilância e durante eventos sanitários. Como ilustração, seguem algumas dessas perguntas que pretendem ser respondidas com o auxílio do SIG.

- Onde estão localizadas as propriedades rurais de determinado município?
- Existem pontos de risco presentes nas imediações?
- Qual a distribuição dos estabelecimentos de maior risco de meu escritório?
- Quais encontram-se interditados nesse momento?
- Quais propriedades rurais fazem parte da área de foco? E de perifoco?
- Quais devem ser interditadas?
- Qual a quantidade de animais nos estabelecimentos da região foco?
- Em quais rotas devo estabelecer barreiras sanitárias em caso de enfermidades?
- Para quais propriedades rurais foram enviados animais? De quais foram recebidos animais?
- Quais propriedades possuem vínculo epidemiológico com o foco?
- Quais possuem vacinações registradas para determinada enfermidade?
- Qual trajeto devo utilizar para visitar as 3 propriedades alvos de investigação?

## 5. Resultados e Discussão

### 5.1. Georreferenciamento de propriedades rurais em Minas Gerais

É possível perceber que grande parte do investimento e custeio de um órgão de defesa agropecuária possui relação direta com as tecnologias de informação e comunicação. Um ponto que chama atenção refere-se à aquisição de receptores GPS pelo IMA e no custeio de trabalhos de campo para a realização do georreferenciamento de propriedades rurais.

Em uma breve análise sobre a situação do georreferenciamento de propriedades rurais no IMA, verificou-se que no primeiro semestre de 2011 a instituição possuía, incluso em seus sistemas de informação, 38.972 propriedades rurais georreferenciadas, o que representava 11,44% do total de 340.755 propriedades cadastradas no órgão. Acredita-se que um grande número de georreferenciamentos realizados não esteja lançado nos sistemas de informação da instituição e por isso tal valor esteja subestimado. Porém, para fins práticos de utilização desses pontos, os mesmos só possuem real utilidade a partir do momento que se encontram estruturados em uma base de dados. É compreensível que muitos desses georreferenciamentos ainda encontram-se somente nos formulários de coleta físicos em papel, visto que a instituição não possuía até pouco tempo atrás um sistema de informação que pudesse receber esse tipo particular de dados. Porém, muitos georreferenciamentos recentes ainda não foram incorporados às bases de dados oficiais, demonstrando que há uma certa resistência por parte do corpo de servidores da instituição em incluir esses dados aos cadastros de estabelecimentos rurais e comerciais.

Além disso, foram identificados 5.828 pontos que se apresentavam fora da área do município a que pertencia a propriedade rural, que podiam ser considerados, portanto, como georreferenciamentos equivocados. Esse número de georreferenciamentos errados, somados aos 38.972 georreferenciamentos corretos, representava cerca 13,00% do total de propriedades rurais ativas cadastradas no órgão.

Os problemas verificados com tais pontos podem estar relacionados fundamentalmente a três causas: erros decorrentes do mau uso do receptor GPS e consequente obtenção de coordenadas imprecisas, diretamente relacionado à baixa capacitação dos

servidores na utilização de tais equipamentos; divergência entre as coordenadas obtidas pelo receptor e aquelas que são efetivamente transcritas para o formulário em papel e para os sistemas de informação e impossibilidade de conferência da precisão e acurácia de tais coordenadas e seu ajuste, caso necessário, a partir de um sistema de informação geográfica.

Foi constatado ainda que nessas propriedades georreferenciadas figurava um contingente de 4.526.607 cabeças de bovídeos, o que representava 19,61% das 23.081.418 de cabeças existentes no Estado. Isso demonstra que o trabalho de georreferenciamento de propriedades rurais foi dirigido a atender prioritariamente àquelas propriedades com maior número de bovídeos de cada região, assim como aquelas que se enquadravam nos critérios de maior risco de exposição ao agente da febre aftosa. Além disso, um trabalho direcionado aos assentamentos rurais também tiveram especial atenção nos trabalhos de cadastramento e georreferenciamento, tendo em vista que alguns eventos sanitários recentes comprovadamente se iniciaram nesses tipos de estabelecimento.

Os trabalhos de georreferenciamento de propriedades rurais foram iniciados no IMA a partir do ano de 2006, havendo um crescimento nessa ação a partir de 2007 com a aquisição de um número maior de receptores GPS, com o aporte de recurso financeiro por parte dos projetos estruturadores do Governo de Minas Gerais e recursos do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento.

Considerando a situação atual de georreferenciamentos realizados e dispostos nos sistemas de informação da instituição (38.972) e avaliando a lacuna a ser preenchida para o total georreferenciamento das propriedades do Estado (301.783), podemos considerar que tal trabalho levará ainda longos anos para ser concluído.

Vale ressaltar que o custo da obtenção desses georreferenciamentos é um dos grandes obstáculos para a impressão de um ritmo maior aos trabalhos. Segundo Pará (2010 apud Carvalho, 2012), verificou-se em 2009 com a implantação do projeto “Boi Guardião” no estado do Pará, que o custo para o georreferenciamento de cada propriedade rural foi em média R\$ 45,77. Transportando tais valores à situação atual de Minas Gerais, ainda sem as devidas correções impostas pela inflação dos últimos anos, estima-se que o Estado desembolsará ainda algo em torno de R\$ 13.800.000,00 para a conclusão do georreferenciamento de suas propriedades. Dessa forma torna-se imperioso adotar novas

estratégias para a obtenção dos georreferenciamentos de propriedades rurais, buscando especialmente medidas que amenizem o impacto financeiro sobre as instituições de defesa agropecuária.

## **5.2. Diagnóstico dos sistemas de informação e informação geográfica**

Quanto aos sistemas de informação atualmente utilizados pela instituição, foi verificada uma grande diversidade de softwares adquiridos e adotados ao longo de vários anos de investimento e ainda outros vários que se encontram em produção ou implantação no IMA. Dentre os softwares em uso na instituição podemos destacar:

- Sistema de Defesa Agropecuária - SIDAGRO, responsável pelo gerenciamento do cadastro de propriedades rurais, produtores, explorações pecuárias de bovídeos e pequenos ruminantes, gerenciamento de etapas de vacinação e emissão de guias de trânsito animal;
- Os sistemas GEOAVES e GEOSUÍNOS, responsáveis pelo gerenciamento de granjas comerciais de aves e suínos, controle de pontos de risco sanitário e emissão de guias de trânsito animal para estas espécies;
- O Sistema de Controle e Operação em Barreiras - SISCOF, destinado ao gerenciamento do trânsito de animais em postos fixos de fiscalização;
- Sistema ESTAB, destinado ao controle de estabelecimentos de comércio de produtos veterinários;
- Sistema ESTPRO, utilizado no gerenciamento de estabelecimentos produtores ou transformadores de produtos, tais como laticínios, abatedouros, dentre outros.

A Tabela 6 apresenta algumas informações sobre os softwares citados acima.

**Tabela 6** - Sistemas de Informação em uso no IMA.

	<b>SIDAGRO</b>	<b>GEOAVES GEOSUINOS</b>	<b>SISCOF</b>	<b>SISAGRO</b>	<b>ESTAB</b>	<b>ESTPRO</b>
Principal função	Defesa Sanitária Animal	Defesa Sanitária Animal	Controle do trânsito de animais	Controle de venda de agrotóxicos	Controle de registros comerciais	Inspeção de produtos
Início de uso	2008	2008	2009			
Plataforma	<i>Web</i>	Desktop	<i>Web</i>	Desktop	Desktop	Desktop
Usuários	IMA	IMA e Médicos Veterinários Privados	IMA	IMA e Lojas de comércio	IMA	IMA
Linguagem	Java	Vb.Net	PHP	---	Delphi	---
Banco de dados	Caché	Ms Acces	MySql	---	---	---
Possui referências geográficas	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não

Foi verificado que, historicamente, muitas iniciativas de aquisição e implantação desses softwares originaram-se de demandas pontuais de setores da instituição, não fazendo parte de uma estratégia central para estruturação informacional do IMA. Vários desses softwares foram desenvolvidos por empresas particulares que não mais atuam no mercado, não sendo possível identificar maiores informações técnicas sobre os mesmos, tais como linguagem de programação e banco de dados utilizado em sua concepção.

Recentemente a instituição compreendeu a importância de estabelecer uma estratégia de convergência de seus softwares a um número reduzido de ferramentas, para que dessa forma o processo de compartilhamento de dados torne-se mais simples, assim como a demanda por capacitação de seus usuários seja reduzida. Como resultado dessa nova visão, aliada as novas demandas do público interno e externo à instituição, o IMA foi naturalmente induzido a estabelecer esforços em direção a uma nova estrutura informacional.

Uma das iniciativas que sinalizam essa mudança de rota é a concepção recente do

sistema denominado Novo SIDAGRO, que entrou em produção em 16/04/2012. Tal sistema adquiriu uma maior abrangência em relação a seu antecessor e buscará albergar em sua estrutura a maior parte dos serviços existentes nos softwares até então em funcionamento.

Além disso, o Novo SIDAGRO foi concebido de forma a atender as definições expostas no Manual de Padronização e Manual de *Web Service* do MAPA/CNA, que estabelecem uma estrutura padrão para os dados dos serviços veterinários estaduais e a estrutura de integração de dados com a Plataforma de Gestão Agropecuária. Tais padrões deverão ser adotados por todas as unidades da federação que desejam utilizar o novo formato de GTA eletrônica para o trânsito de animais (e-GTA), conforme estabelecido pela Instrução Normativa nº 19/2011.

O estabelecimento de normas e padrões para a integração de dados dos serviços veterinários estaduais, em nível federal, pode ser considerado um dos maiores avanços informacionais já implantados na defesa agropecuária brasileira. Além de permitir ao MAPA uma visão abrangente, oportuna e confiável do *status quo* da defesa agropecuária nacional, permitirá o estabelecimento de estudos analíticos que apontarão deficiências, medidas de aperfeiçoamento e pontos sensíveis em todo o sistema de vigilância veterinária.

Já no âmbito dos sistemas de informação geográfica adotados na instituição foi verificado que muito pouco ainda é explorado. Apenas alguns servidores detêm conhecimentos teóricos e técnicos para a abstração de conhecimento sobre os dados espaciais disponíveis na instituição ou para a criação de produtos (mapas) úteis à tomada de decisão. A utilização de SIGs na instituição é atualmente restrita ao auxílio no descarregamento de dados de receptores GPS e simples espacialização de pontos.

A maior dificuldade percebida está ligada à manipulação e ajuste dos dados oriundos dos sistemas de informação utilizados na defesa agropecuária. O servidor que deseja analisar esses dados deve estruturá-los de forma correta em uma planilha eletrônica ou banco de dados, para que se possibilite sua importação e análise nos SIGs disponíveis. Esse trabalho requer do usuário certo grau de conhecimento em informática, que geralmente não é encontrado nas habilidades habituais desses profissionais.

A inexistência de uma integração simplificada entre sistemas de informação da

instituição e sistemas de informação geográfica é a primeira grande barreira para adoção desse ferramental pela massa de servidores do órgão. Além disso, o formato genérico atribuído aos SIGs comerciais e gratuitos demanda maior capacitação e dificulta o entendimento de seu uso.

### 5.3. Sistema GEODSA

#### 5.3.1. Estratégia de integração de dados

Talvez o maior desafio a ser superado na concepção do sistema GEODSA seja a realização da integração de dados próprios locais, dados próprios presentes em base *web* e dados presentes em outros sistemas de informação. Sistemas de informação que agregam em sua estrutura o acesso e compartilhamento de dados, em bases *web* e em ambiente local de forma integrada, são denominados sistemas híbridos ou mistos.

Basicamente os sistemas que funcionam na plataforma *web* apresentam as seguintes características básicas:

- Necessitam de acesso permanente à Internet;
- Não dependem ou exigem pacotes instaladores;
- Dependem de esquemas de redes e/ou servidores dedicados;
- Podem ser acessados de qualquer lugar independente do hardware utilizado.

Já os sistemas de base desktop são caracterizados pelos seguintes elementos:

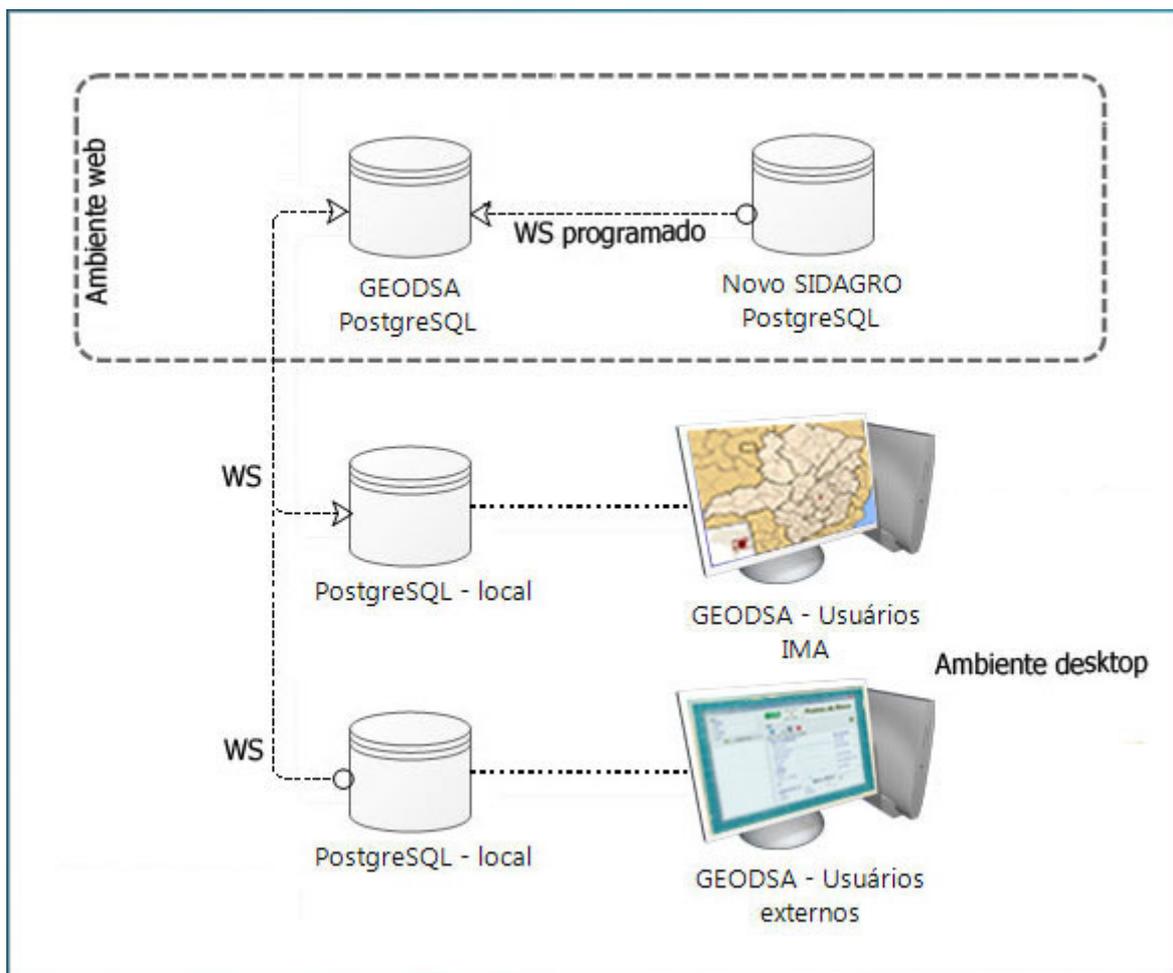
- A eficiência do processamento depende unicamente do hardware local;
- Possui acesso a todos os recursos do computador do usuário;
- É mais seguro, pois não envolve comunicações externas;
- Possui maior estabilidade em suas operações.

De uma forma geral, o desenvolvimento de um sistema híbrido é de uma escala de complexidade maior do que o desenvolvimento de um sistema exclusivamente *web* ou

desktop, pois neste caso temos as complexidades de ambos os modelos acrescidas do componente de integração de dados. Entretanto, toda a complexidade do desenvolvimento desse tipo de sistema se traduz em conveniência, segurança e confiabilidade para os usuários.

No caso do sistema GEODSA o ambiente online é definido pela localização do banco de dados em um servidor remoto (*web*), o qual é acessado em rotinas por protocolos de conexão OLEDB (*Object Linking and Embedding Database*) e ODBC (*Open Database Connectivity*), enquanto que no ambiente desktop estão inseridas, por exemplo, as funções e rotinas de visualização de mapas e imagens georreferenciadas.

A partir da avaliação dos dados requeridos para a construção de cada tema, atores envolvidos no fornecimento de tais dados, requisitos de temporalidade para a atualização de cada tema, infraestrutura de serviços já existentes, dentre outras especificidades, estabeleceu-se o diagrama de integração de bases conforme apresentado na Figura 16.



**Figura 16-** Integração de bases de dados no sistema GEODSA.

Em relação aos temas cadastros básicos (2), revendedores de produtos veterinários (5), estabelecimentos agroindustriais (6), eventos pecuários (7) e trânsito de animais (8), identificou-se o Novo SIDAGRO como principal fornecedor de dados no IMA. O sistema gerenciador de banco de dados utilizado pelo Novo SIDAGRO é o PostgreSQL 9.0, mesmo SGBD adotado pelo sistema GEODSA.

Conforme já exposto, o Novo SIDAGRO possui como característica a execução de serviços da operação básica do IMA, dentre os quais figuram a emissão de guias de trânsito animal, permissões de trânsito vegetal, controle de vacinação de animais, entre outros, que absorvem drasticamente o poder de processamento dos servidores nos quais encontra-se instalado. Em razão disso verificou-se que a aquisição direta de dados nas bases do Novo SIDAGRO, para efeito das análises previstas no SIG do sistema GEODSA, poderia comprometer os demais serviços do sistema. Por isso optou-se por adotar a estratégia de cargas diárias de dados na base do sistema GEODSA, através do desenvolvimento de *Web Services* de execução programada, que seriam ativados de forma automática ao final de cada dia. Dessa forma a base *web* do sistema GEODSA poderia ser considerada um “espelho” da base do Novo SIDAGRO, recebendo periodicamente atualizações sobre a alteração de registros já existentes ou a inclusão de novos registros criados por usuários do Novo SIDAGRO.

Como pode ser verificada na Figura 17, a integração entre as bases de dados do sistema GEODSA e Novo SIDAGRO ocorre em um único sentido, contribuindo dessa forma para a manutenção da integridade dos dados originais.

No caso dos temas Cadastros Administrativos (1), Informes Sanitários (3) e Pontos de Risco Sanitário (4), os dados serão gerados diretamente pelos usuários do sistema GEODSA, internos e externos à instituição, que possuem acesso ao software em um computador desktop ou notebook. O software GEODSA realizará a recepção desses dados nos formulários destinados a cada tema e realizará a transmissão das informações à base *web*, de forma que os dados dos diversos usuários se consolidem para consultas *ad hoc*.

É possível observar, através dos conectores de bases de dados representados na Figura 17, que os usuários externos figuraram apenas como fornecedores de dados ao sistema, enquanto os usuários internos à instituição figuram como fornecedores e receptores de dados

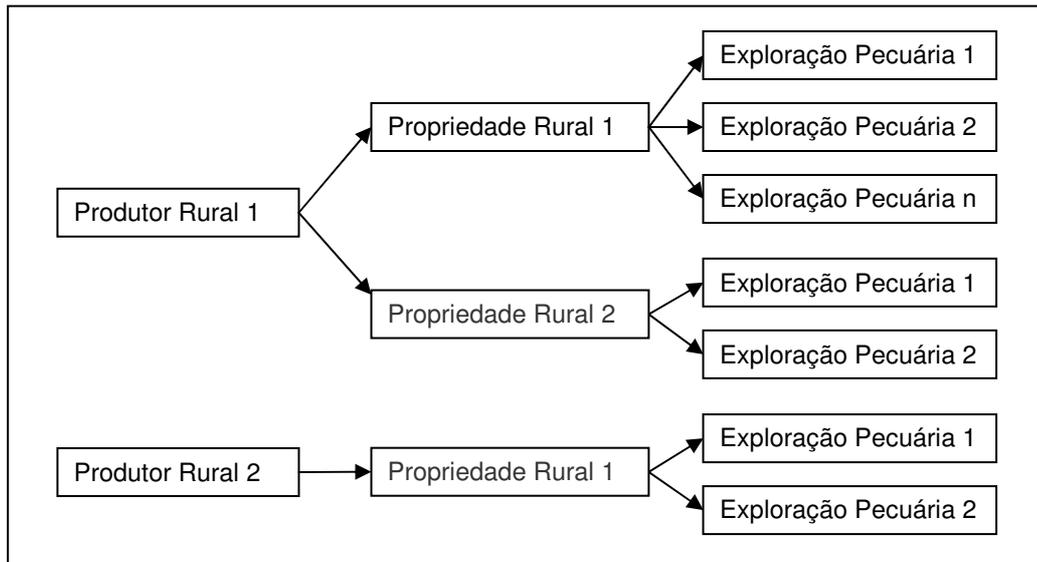
da base *web*, permitindo, assim, aos servidores do IMA obter completa visão sobre os dados produzidos por sua unidade administrativa, por outras unidades e por atores externos (por exemplo, médicos veterinários privados).

A necessidade de manipular dados consolidados por diversos atores é primária a um sistema de vigilância, ao passo que doenças infectocontagiosas não respeitam limites administrativos ou geopolíticos. Acompanhar suspeitas e casos confirmados de doenças, em uma região fronteiriça, permitem aos gestores do sistema de defesa sanitária antecipar suas decisões e aplicar políticas de prevenção mais assertivas.

A seguir serão apresentados o módulo de gestão de cadastros do sistema GEODSA e suas respectivas interfaces com o usuário (*front-end*). Foram contemplados nesse estudo os temas: estrutura administrativa (1); cadastros básicos (2); informes sanitários (3); pontos de risco (4); revendedores de produtos veterinários (5) e estabelecimentos agroindustriais (6).

### **5.3.2. Gestão de cadastros de produtores rurais**

A estrutura de gestão de estabelecimentos rurais empregada no sistema GEODSA obedece a uma hierarquia que consiste no registro primário de produtores rurais, com sua codificação e identificação e, na sequência, relativo a cada produtor rural cadastrado é processado o registro secundário das propriedades rurais a este produtor vinculadas. O registro terciário refere-se ao cadastramento das explorações pecuárias existentes em cada propriedade. A Figura 17 apresenta o diagrama dessa concepção.



**Figura 17** - Hierarquia da estrutura de gestão do sistema GEODSA

A rotina com os elementos de cadastro, manutenção e visualização de registro dos produtores rurais é acessada a partir da tela principal do programa, seja através do menu Cadastro > Produtor Rural, seja pelo botão de atalho <CADASTRO>.

A Figura 18 apresenta parcialmente a tela de cadastramento, sendo que dela fazem parte outros campos de informações, botões de registro e uma grade de visualização dos produtores cadastrados, em que podem ser executados procedimentos de filtro por Município, por Escritório Seccional ou Coordenadoria Regional do IMA.

The screenshot displays the 'Produtor Rural' registration form in the GeoDsa-MG system. The interface includes a menu bar with options like 'Cadastros', 'Gerências', and 'Relatórios'. The main content area is titled 'Produtor Rural' and features a search bar with the product code '467561'. Below this, the 'Registro de Dados' section is active, showing the following information:

- Dados de Identificação:**
  - Nome do Produtor: AILTON GRIGÓRIO DE PAULA
  - Tipo de Pessoa (Física ou Jurídica): PF
  - CPF / CNPJ: [Empty]
  - Inscrição Estadual: 466689
  - Email: [Empty]
- Dados complementares para pessoa física:**
  - Sexo: M
  - Identidade Nº: MG-11.227.643
  - Orgão Exp.: [Empty]
  - UF: si
- Dados complementares para pessoa jurídica:**
  - Nome Fantasia da Empresa: si
- Endereço Residencial ou Comercial:**
  - CEP Logradouro: 35249-000
  - Nome Logradouro: PÇA.PREFEITO JOSE CARLOS MARTINS,06
  - Complemento: 0
  - Bairro: CENTRO
  - UF: MG
  - Município: ALVARENGA
  - CEP: 3102209
  - Telefone/Fax: [Empty]
  - ESEC: CONSELHEIRO PENHA
  - CR: GOVERNADOR VALADARES
- Endereço de Correspondência ou de Contato:**
  - CEP Logradouro: si
  - Nome Logradouro: si
  - Complemento: 0
  - Bairro: si
  - UF: si
  - Município: si
  - Telefone/Fax: si

The system path at the bottom is 'Caminho do Sistema: C:\geodsa'.

**Figura 18** - Cadastro de produtor rural

### 5.3.3. Gestão de cadastros de propriedades

O Cadastro de uma propriedade rural é realizado posteriormente ao cadastro do produtor, pois a propriedade é obrigatoriamente vinculada a um produtor rural (rural) e seus sócios nos casos onde isso ocorra. Importante frisar que tais produtores rurais vinculados à propriedade são os proprietários do imóvel (terra), podendo ou não figurar como proprietário(s) do(s) rebanho(s) que ali sejam criados (explorações pecuárias).

O procedimento de cadastro de propriedades rurais é ilustrado na Figura 19, sendo que o acesso a esta função é realizado através do menu Cadastros > Propriedades Rurais, ou do menu principal do programa, ou ainda através de um botão de atalho.

The screenshot displays the 'GeoDsa-MG' application window. The main menu includes 'Cadastros', 'Gerências', 'Relatórios', 'Geoprocessamento', 'Conexão WEB', 'Útil', 'Info', 'Exibir', 'Janela', and 'Sair'. The interface is divided into several sections:

- Informações:** A sidebar on the left with 'Opções:' for 'Produtores' (selected) and 'Propriedades'. It also includes 'Lista de:' with dropdowns for 'ESEC' and 'Município' (set to 'ÁGUA COMPRIDA'), and a 'Restaurar Lista' button.
- Produtores Rurais:** A scrollable list of producer names, with 'DALILA MOREIRA TOSTA E OUTROS' highlighted.
- Produtor Selecionado:** A form for the selected producer:
  - Nome: DALILA MOREIRA TOSTA E OUTROS
  - Código do Produtor: 25952
  - CPF/CNPJ: [empty]
  - Endereço: RUA VINTE E CINCO, 141
  - Município: ÁGUA COMPRIDA
  - UF: MG
- Ações:** Buttons for '+', 'R', a checkmark, a close button, a clipboard, and a globe.
- Registro de Propriedade:** A tabbed interface with 'Informações - Pecuária' and 'Propriedades cadastradas' selected.
  - Dados de Identificação:**
    - Nome da Propriedade: FAZENDA SÃO PEDRO
    - Fazenda Nº: 1
    - Nome da Proprietário: DALILA MOREIRA TOSTA E OUTROS
    - CPF\_CNPJ: [empty]
    - I.E.: 25952
    - UF: MG
    - Município: ÁGUA COMPRIDA
    - Código Mun.: 3100708
    - ESEC: UBERABA
    - Regional.: UBERABA
    - Localidade: SI
    - Distância a sede municipal: 0 km
    - Descrição do acesso: [empty]
  - Códigos Oficiais do Imóvel:**
    - IMA - Código do Estabelecimento: 31007080037
    - NIRF: 0
    - INCRA: 4.2201000209e+012
  - Atividade - Responsável Técnico:**
    - Agrícola
    - Agroindustrial
    - Pecuária
    - Central de Inseminação
    - Estação de Monta.: R.T.: [empty]
  - Georeferenciamento:**
    - Geocódigo: 0
    - Latitude: -20.056
    - Longitude: -48.109
    - Altitude: 0
- Mapas:** Buttons for 'G. Maps' and 'G. Earth'.
- Footer:** 'Caminho do Sistema: C:\geodsa'

**Figura 19** - Cadastro de propriedade rural: informações de identificação e georreferenciamento

Na Figura 20 são apresentadas as informações básicas para o cadastro da propriedade rural, como, por exemplo, o código e nome da propriedade, nome do proprietário, município de localização, georreferenciamento, entre outros. Constam nesta tela: campos de dados, botões de registro e uma grade de visualização das propriedades cadastradas que são vinculadas a um único produtor rural.

É possível perceber à esquerda da tela de gerenciamento de cadastros de Propriedades Rurais, uma lista de produtores que foram relacionados por possuírem propriedades nos municípios do Escritório Seccional (ESEC) de Água Comprida. A partir do nome ou código do produtor rural, é possível identificar as propriedades rurais que o mesmo possui. Com o mesmo procedimento de consulta é possível listar diretamente as propriedades rurais presentes em determinada Coordenadoria Regional, Escritório Seccional ou Município.

Além de informações básicas cadastrais vinculadas ao registro da propriedade rural,

dados produtivos e estruturais da propriedade podem ser vistos na aba Informações - Pecuárias.

Uma das informações que mais chamam atenção na aba Informações – Pecuárias, diz respeito ao *status* da propriedade. Tal *status* é utilizado para diversas finalidades, mas sempre como forma de atribuir determinada condição temporária e especial a uma propriedade rural. Em critério de exemplo, o Status Interditada pode ser utilizado para identificar uma interdição temporária por ordem sanitária (caso ou suspeita de doença) ou restrição mercadológica (exportação de carne e produtos para União Européia, Chile ou União Aduaneira).

Com a utilização de tal recurso de *status*, torna-se possível realizar a confecção de relatórios que indiquem, por exemplo, quais são e onde se localizam as propriedades interditadas, aquelas que possuem maior risco para entrada do vírus da febre aftosa ou que são certificadas como livres para brucelose e tuberculose.

The screenshot displays the 'GeoDsa-MG' web application interface. The main window is titled 'Propriedade Rural'. On the left, there is a sidebar with a list of 'Produtores Rurais' including names like ABEL GOMES DE JESUS, ABÍLIO MARTINS SOARES, and ADALBERTO ALVES CATARINA. The main content area is divided into several sections:

- Produtor Selecionado:** Fields for Name, Código do Produtor, CPF/CNPJ, Endereço, Município, and UF.
- Ações:** Buttons for adding (+), removing (R), and other actions.
- Registro de Propriedade:** A section with tabs for 'Registro de Propriedade', 'Informações - Pecuária', and 'Propriedades cadastradas'. It contains a 'Quadro de Áreas (em hectares)' table:
 

Área Total:	250.00	Área Pasto Nativo:	0.00
Área Inapta:	0.00	Área Pasto Cultivado:	0.00
Área Reserva:	0.00	Área Total Pasto:	0.00
- Status / Certificação:** A section for 'Atividade de Pecuária' with checkboxes for Status Certificada, Status Inadimplente, Status Interditada, Status Monitorada, Status Risco, Status Quarentena, Status Eras, and Status Assentamento. It also includes fields for 'Código da certificadora' and 'Nome da certificadora'.
- Registro/Atualização:** Fields for MASP (0), Fiscal (67269206791), Data (31/01/11), and a checked 'Ativo' checkbox.

Figura 20 - Cadastro de Propriedade Rural: informações de Pecuária

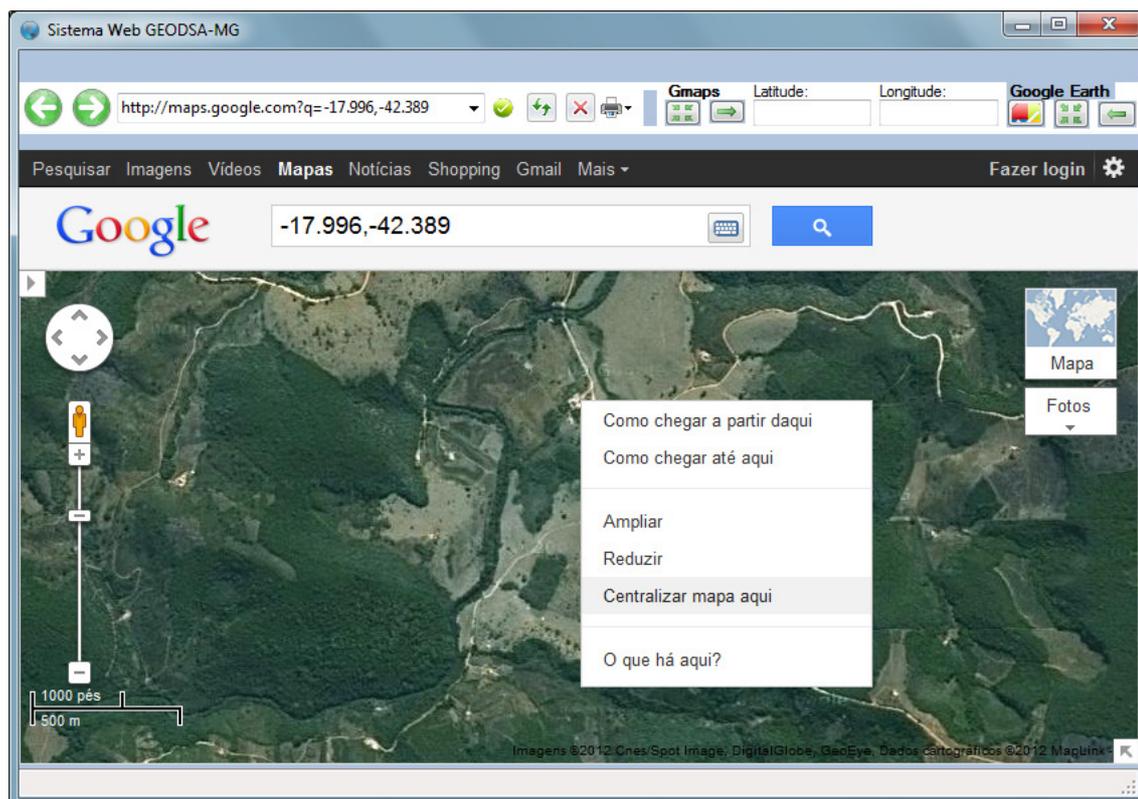
Uma das questões mais relevantes para a defesa agropecuária, e que possui estreito relacionamento com o atual trabalho, é o georreferenciamento pontual das propriedades rurais. Tal georreferenciamento proporciona a sua rápida localização e identificação em casos de monitoramento de rebanhos, ocorrências sanitárias entre outras demandas dos serviços veterinários. Segundo Carvalho et al. (2012) as principais utilizações da localização geográfica pelos órgãos estaduais de sanidade animal referem-se à identificação das melhores rotas de acesso, identificação de explorações pecuárias vizinhas, localização de fontes principais de doença e estabelecimento do trânsito de animais entre regiões.

Para identificação desta referência geográfica (latitude e longitude) da propriedade, o método corrente mais comum é o do agente de defesa ir até essa propriedade e, com o uso de um GPS, obter as coordenadas de localização para posteriormente introduzir as mesmas no sistema, via um processo de digitação.

No Sistema GEODSA foi criada uma nova metodologia que simplifica esse processo, traduzindo-se em redução significativa de custos e aumento da eficiência operacional na obtenção dessa informação.

A metodologia desenvolvida, que aqui se apresenta para discussão, baseia-se na utilização de um *plugin Google Maps*®, produzido pela empresa Google inc., incorporado ao SIG do GEODSA. Executado a partir do próprio GEODSA, o *plugin* direciona o usuário ao centroide do município de localização da propriedade rural, segundo seu cadastro no GEODSA. A partir disso, permite ao usuário identificar, com certo grau de precisão, a localização geográfica da propriedade rural cadastrada no sistema. Assim que a localização é estabelecida, o software GEODSA promove a captura de tais coordenadas e inclusão direta de seus valores nos campos específicos do formulário de cadastro da propriedade. Dessa forma é possível realizar o georreferenciamento de propriedades rurais tão somente pelo uso do sistema GEODSA, dispensando a realização de uma vistoria *in-loco* no estabelecimento.

A Figura 21 mostra a tela do navegador *web*, com o *plugin* do *Google Maps*® (*Gmaps*), apresentando a posição de uma propriedade rural e campos para a coleta das referências geográficas.



**Figura 21** - Cadastro de propriedades rurais: georreferenciamento com o GEODSA e plugin GMAPS.

#### 5.3.4. Cadastro de explorações pecuárias

Após o cadastro da propriedade rural (imóvel, terra), o sistema poderá receber sobre esse cadastro uma única ou diversas explorações pecuárias. O termo exploração pecuária é relativamente novo na defesa agropecuária, gerando, por isso, um certo grau de dúvida sobre o que realmente representa. Uma palavra interessante e que possibilita melhor entendimento sobre o que quer dizer “explorações pecuárias” é a palavra rebanho. Para cada rebanho de animais, de espécie diferentes, e/ou produtores diferentes, dizemos que existe uma exploração pecuária distinta. Exemplificando, se um produtor rural possui em uma mesma propriedade uma granja de aves e outra de suínos, dizemos que a propriedade possui duas explorações pecuárias de um mesmo produtor e para duas espécies de animais (aves e suínos). No caso de três produtores possuírem bovinos em uma mesma propriedade, sendo um deles proprietário da terra, e os demais arrendatários, dizemos que a propriedade possui três explorações pecuárias, sendo cada uma de cada produtor rural, mas todas de mesma espécie animal (bovinos).

Para comportar tal diversidade de cadastros, a rotina de registro de Explorações Pecuárias foi desenvolvida seguindo as especificações do Manual de Padronização 14.0 do MAPA, no qual foi definida a estrutura de dados para desenvolvimento dos sistemas de informação dos serviços veterinários estaduais, permitindo assim a futura integração com a Plataforma de Gestão Agropecuária – PGA (MAPA/CNA).

O sistema está apto para registrar explorações de diversas espécies de animais (Figura 22), em especial daquelas susceptíveis a enfermidades de controle oficial, como é o caso das aves, bovinos, bubalinos, caprinos, ovinos, equinos, animais aquáticos e suínos.

**Figura 22** - Registro de explorações pecuárias no sistema GEODSA.

A tela de rotina de registro de exploração mostra em primeiro plano as informações genéricas da exploração, como a identificação da mesma e sua vinculação com a propriedade, enquanto nas Figuras 23, 24, 25 e 26 são apresentados os dados requeridos para o controle do

rebanho existente, além de outras informações complementares.

Novo Registro	Bovinos-Bubalinos /Ovinos	Suíños e Javalis	Aves	Equinos/Caprilinos /Total;	Explorações na propriedade
Saldo de Bovinos/Bubalinos			Informações Adicionais Expl. Ruminantes		
Machos até 12 meses	<input type="text"/>	Fêmeas até 12 meses	<input type="text"/>	Finalidade principal da exploração:	Carne
Machos 13 - 24 meses	<input type="text"/>	Fêmeas 13 - 24 meses	<input type="text"/>	Fase predominante da exploração para corte:	Cria
Machos 25 - 36 meses	<input type="text"/>	Fêmeas 25 - 36 meses	<input type="text"/>	Sistema de produção predominante:	<input type="text"/>
Machos > 36 meses	<input type="text"/>	Fêmeas > 36 meses	<input type="text"/>		
Saldo de Ovinos					
Machos até 6 meses	<input type="text"/>	Fêmeas até 6 meses	<input type="text"/>		
Machos > 6 meses	<input type="text"/>	Fêmeas > 6 meses	<input type="text"/>		

**Figura 23** - Exploração pecuária: dados sobre bovinos, bubalinos e ovinos.

Novo Registro	Bovinos-Bubalinos /Ovinos	Suíños e Javalis	Aves	Equinos/Caprilinos /Total;	Explorações na propriedade
Saldo de Suídeos					
Machos N°	<input type="text" value="20"/>	Fêmeas N°	<input type="text" value="50"/>	Matrizes N°	<input type="text"/>
				Cachaços N°	<input type="text"/>
Informações Adicionais da Exploração de Suínos					
<input type="checkbox"/> Possui Material Genético Importado:	Sistema de criação:	<input type="text" value="Confinado"/>		Distância a suinocultura vizinha mais próxima (Km):	<input type="text" value="5"/>
<input type="checkbox"/> Granja Certificada	Tipo de produção:	<input type="text" value="Ciclo Completo"/>			
<input checked="" type="checkbox"/> Granja Monitorada	Finalidade produção	<input type="text" value="Comércio"/>			
Acesso ao Mercado	<input type="text" value="Integrado"/>	Tipo de comércio:	<input type="text" value="Regional"/>		
Nome da Integração:	<input type="text"/>	Origem Reprodutores:	<input type="text" value="Plantel"/>		

**Figura 24** - Exploração pecuária: dados sobre suídeos.

Novo Registro	Bovinos-Bubalinos /Ovinos	Suíños e Javalis	Aves	Equinos/Caprilinos /Total;	Explorações na propriedade
Atividade 1	<input type="text" value="Produtor integrado"/>				
Classificação 1	<input type="text" value="Granja de Aves de Corte"/>				
Característica 1	<input type="text"/>				
Atividade 2	<input type="text"/>				
Classificação 2	<input type="text"/>				
Característica 2	<input type="text"/>				
Atividade 3	<input type="text"/>				
Classificação 3	<input type="text"/>				
Característica 3	<input type="text"/>				
Saldo de Aves			Reprodutor/Matriz N° <input type="text" value="0"/> Outros N° <input type="text" value="15000"/>		
Área de atuação do estabelecimento:					
<input type="text" value="Aves comerciais"/>					
Número de cadastro do SIPE: <input type="text"/>					
Número de núcleos: <input type="text" value="0"/>					
Número de galpões/piquetes <input type="text" value="1"/>					
Capacidade de alojamento <input type="text" value="1500"/>					

**Figura 25** - Exploração pecuária: dados sobre aves.

Novo Registro	Bovinos-Bubalinos /Ovinos	Suínos e Javalis	Aves	Equinos/Caprinos /Total:	Explorações na propriedade
<b>Saldo de Equinos</b> Machos até 6 meses <input type="text"/> Fêmeas até 6 meses <input type="text"/> Machos > 6 meses <input type="text" value="2"/> Fêmeas > 6 meses <input type="text"/>		<b>Saldo de Caprinos</b> Machos até 6 meses <input type="text"/> Fêmeas até 6 meses <input type="text"/> Machos > 6 meses <input type="text"/> Fêmeas > 6 meses <input type="text"/>		<b>Total de Animais</b> Aves <input type="text" value="15000"/> Bovinos: <input type="text" value="0"/> Caprinos: <input type="text" value="0"/> Equinos: <input type="text" value="2"/> Ovinos: <input type="text" value="0"/> Suínos: <input type="text" value="70"/>	

**Figura 26** - Exploração pecuária: dados sobre equinos e caprinos.

### 5.3.5. Cadastro de estabelecimentos agroindustriais

Além do registro de dados de propriedades rurais que desenvolvem atividades de exploração pecuária, é possibilitado o cadastro georreferenciado de estabelecimento agroindustriais e comerciais de produtos de origem animal (Figura 27), com informações gerais de caracterização tais como tipo da atividade, tipo do estabelecimento, tipo de inspeção, e outros mais. De maneira similar aos outros cadastros, a tabela que armazena esses dados é parte constituinte do Banco de Dados Postgre SQL, denominado de IMA\_BASE.

**Figura 27** - Cadastro de estabelecimentos agroindustriais

### 5.3.6. Cadastro de estabelecimentos revendedores de produtos veterinários

A gestão de estabelecimentos revendedores de produtos veterinários, farmacêuticos e biológicos é realizada através do formulário de cadastro conforme apresentado na Figura 28. Além de informações de praxe de cadastros de estabelecimentos comerciais, destaca-se, no caso dos revendedores de produtos biológicos, os indicadores de capacidade de estocagem e acondicionamento adequado de vacinas, tendo em vista sua importância na manutenção da conhecida “cadeia do frio” para conservação de vacinas.

The image shows a web-based registration form for veterinary product vendors. The form is titled "Revendedores de Produtos Veterinários" and is part of the "Sistema GeoDSA IMA Defesa Sanitária". It contains several sections:

- Dados de Identificação:** Fields for Código IMA (10), Razão Social (25), Nome Fantasia, CPF / CNPJ, Ins.Est., Endereço (CEP Logradouro, Bairro, Logradouro/Endereço), UF, Município, ESEC, CR, Telefone, Fax, Email, and RT-CRMV.
- Atividade:** Radio buttons for Status (Ativo, Inativo) and Tipo de Revendedor (Farmacêutico, Farmacêutico/Biológico).
- Características do Revendedor:** Fields for Capacidade de Estocagem de Vacinas, Doses, Número de Refrigeradores, Termômetro de Máximo e Mínimo (Sim/Não), and Gerador de Energia Elétrica (Sim/Não).
- Vacinas Comercializadas:** A list of four commercialized vaccines with dropdown menus.
- Registro/Atualização:** Fields for Fiscal IMA, MASP, Data de atualização, and Código SIDAGRO.
- Georeferenciamento:** Fields for Latitude, Longitude, and Altitude, along with buttons for G. Maps and G. Earth.

**Figura 28** - Cadastro de estabelecimentos revendedores de produtos veterinários.

Em 2008 o MAPA realizou juntamente com os órgãos estaduais de sanidade animal o estudo denominado monitoramento soroepidemiológico da vacinação contra febre aftosa, que buscava avaliar a cobertura imunitária da população bovina advinda de vacinações periódicas para prevenção de tal doença. Os resultados obtidos em Minas Gerais à época não foram compatíveis com a qualidade das atividades desempenhadas pelo IMA. Identificou-se que grande parcela de responsabilidade pelo resultado insatisfatório podia ser atribuída a má

conservação das vacinas nos estabelecimentos comerciais. Em razão disso, foi realizado um amplo cadastramento desses estabelecimentos com a adoção de critérios mais rígidos para a conservação de produtos biológicos, o que contribuiu para atingir melhores resultados em estudos similares executado em anos seguintes. Verifica-se, portanto, a importância do controle e fiscalização permanente sobre tais revendedoras, que só é possível acontecer a partir de um cadastro consolidado e seu gerenciamento.

Além disso, verifica-se uma emergente preocupação ambiental sobre as práticas de uso e de descarte de embalagens e de resíduos, conforme amplamente é realizado na área de agrotóxicos e que indubitavelmente atingirá os produtos veterinários. O cadastro e gestão espacial desses locais de venda, e porque não de recolhimento de embalagens, contribuirá em um futuro próximo para a eficiência gerencial do amplo processo de fabricação, comercialização, uso e descarte de resíduos de produtos veterinários.

#### **5.3.7. Gestão de Pontos de Risco**

Conforme já descrito, o gerenciamento de pontos de risco sanitário envolve um número grande de tipos de estabelecimentos, devendo seu cadastro apresentar, portanto, características que possibilitem generalizar os dados de cada um desses tipos e abranger ao máximo suas características específicas. Na Figura 29 são apresentadas as informações de um criatório de subsistência de aves, que é alvo de controle por parte das diretrizes do Programa Nacional de Sanidade Avícola.

A criação de aves de subsistência é prática comum tanto no Brasil como em outros países. Tais criatórios representam um grande fator de risco no surgimento de doenças, como a influenza aviária de alta patogenicidade, tendo em vista que não aplicam procedimentos voltados à biosegurança, conforme é amplamente adotado na avicultura industrial e isso reforça a importância de seu cadastro e controle.

The screenshot shows the 'Cadastro de Pontos de Risco' (Risk Point Registration) interface in the GEODSA system. The window title is 'Cadastro de Pontos de Risco'. The interface is divided into several sections:

- Opções (Options):** Includes radio buttons for 'Regional', 'ESEC', 'Município', and 'Geral', along with a 'Restaurar Lista' button.
- Registro de Dados (Data Record):** A tabbed interface with 'Pontos de Risco Cadastrados' selected.
- Dados de Identificação (Identification Data):**
  - Nome do Ponto: SITIO SANTO ANTONIO
  - Tipo de Ponto de Risco: CRIATÓRIO DE SUBSISTÊNCIA DE AVES
  - Nome Proprietário: ANTONIO JOSE FERRAZ
  - CPF / CNPJ: 06799418604
  - Telefone: 35-99542207
  - Localização:
    - Localidade: SEDE
    - UF: MG, Município: ANDRADAS, CEP: 3102605
    - ESEC: ANDRADAS, CR: POUSO ALEGRE
  - Georreferenciamento: Includes fields for Latitude (-22.1060278), Longitude (-46.4510556), Altitude (0), Datum (SAD69), and Geocódigo (0).
- Dados e Informações (Data and Information):**
  - Risco Atividade: Aves
  - Fator de Risco: Sem Inf
  - Descritor Qualitativo: PROPRIEDADE PARTICULAR
  - Descritor Quantitativo: < 50
  - Técnico Responsável: - IMA JOSÉ ANTONIO FORTE NETO
  - Data de Registro: 16/09/10
  - Calcular Número do P.R.: 021430
- Tipos de Pontos de Risco (Risk Point Types):** A list on the left side of the interface, with 'CRIATÓRIO DE SUBSISTÊNCIA DE AVES' highlighted.

**Figura 29** - Gestão de Pontos de Risco Sanitário no sistema GEODSA.

Em momentos de emergências sanitárias, o conhecimento sobre a distribuição espacial de tais criatórios, assim como dos outros tipos de pontos de risco, auxilia decisivamente no direcionamento de ações de contingenciamento de surtos. Todos os pontos de risco sanitário cadastrados no GEODSA recebem a atribuição do georreferenciamento, agregando dados auxiliares imprescindíveis no gerenciamento de crises.

### 5.3.8. Gestão de Informes Sanitários de Doenças e Vacinações de Rotina

As ações que mais contundentemente representam a essência da vigilância epidemiológica estão vinculadas ao contexto de identificação de novos casos de enfermidades e o acompanhamento de sua resolução. Nesse aspecto a gestão por Informes Sanitários propicia a criação de painéis temporais de ocorrências de doença, geração de indicadores de saúde dos rebanhos (morbidade, mortalidade, etc) e outras análises fundamentais ao serviço veterinário. Juntamente a isso, alguns desses informes fornecem dados a cerca da utilização de vacinas diversas, o que permite presumir potenciais de proteção em estabelecimentos

sujeitos a desafios.

Informes sanitários como a Ficha Epidemiológica Mensal permite consolidar dados sobre a ocorrência de doenças até o nível de município, ou seja, na consolidação de tais informações não é possível identificar, prontamente, onde realmente houve a ocorrência de determinada doença. Apenas é possível vislumbrar o número de casos em determinado município. Para se obter a informação sobre o local exato de ocorrência da doença, é necessário que o gestor recorra à fonte primária da informação (unidade veterinária local ou médico veterinário habilitado) para obter tal correspondência.

No caso do sistema GEODSA, o registro da ocorrência de uma doença foi diretamente associado ao cadastro das propriedades rurais do sistema. Dessa forma, quando o usuário inclui um novo registro, ele estará automaticamente atribuindo a esse novo caso de doença o georreferenciamento da propriedade rural indicada como local da ocorrência. Assim sendo, todos os registros de doença são georreferenciados e estão aptos a serem analisados no SIG do GEODSA. O mesmo ocorre com os novos registros de vacinações permitindo também analisar espacialmente a distribuição de “barreiras de proteção” para doenças inclusas no calendário de vacinações dos criadores ou granjeiros (Figura 30).

Figura 30 - Registro de novo caso de Laringotraqueíte Infecciosa Aviária no sistema GEODSA.

É importante citar que, nos formulários atualmente utilizados pelos serviços oficiais, o médico veterinário é obrigado a entregar periodicamente (semanalmente ou mensalmente) os formulários em papel com os dados sobre todas as ocorrências do período. Além disso, mesmo que não haja nenhuma ocorrência de novas doenças, o médico veterinário é obrigado a encaminhar um relatório em branco à unidade veterinária local de sua vinculação.

No caso de utilização do sistema GEODSA, os informes podem ser substituídos pela comunicação pontual de ocorrências, sem dependências temporais, datas ou prazos para comunicação. O médico veterinário poderá realizar a comunicação de cada ocorrência imediatamente após seu registro no sistema através da transmissão dos dados via *Web Services*. Além disso, os serviços veterinários estaduais e federais terão para consulta, a qualquer momento, a consolidação dessas informações em uma base de dados *web*.

A Figura 31 apresenta o formulário de registro de vacinações de rotina. Como pode ser visto, tal formulário é o mesmo utilizado pelo registro de doenças, com exceção da aba Vacinação de Rotina.

Registro de Ocorrências de Doenças e de Vacinações de Rotina

Sair

**IMA** Sistema GeoDSA  
Instituto Mineiro de Agropecuária IMA  
Defesa Sanitária

## Registro de Doenças e Vacinações

**Ações**

Tipo de Registro/Data:

Ficha Epidemiológica, Informe de Doenças de Aves e Doenças Respiratórias de Suínos  
 Comunicação de Vacinação de Rotina

Data Ocorrência: 11/02/12

Registro da Ocorrência:

Méd.Vet: Bruno Rocha de Melo CRMV: 8804  
MASP/Credencial IMA: 11713781  
Código de Registro: 1

Identificação Produtor/Propriedade

ESEC: DORES DO INDAÍÁ 232 Município: DORES DO INDAÍÁ 3123205  
Base de Dados do Cadastro de: Produtores-IMA MG  
P.R. ANTÔNIO DE OLIVEIRA SILVA 222354 Propriedade: FAZ. OLHOS DÁGUA 312320501

Espécie Animal:

Aves Código: AVI Espécie: AVES  
 Bovinos Espécie de Aves: Perus  
 Equinos Tipo de Exploração: Granja comercial de corte  
 Suínos B

Vigilância:

Ativa  Passiva  Atendimento por suspeita de doença respiratória suína

Georeferenciamento

Latitude: -19.463 G. Maps  
Longitude: -45.602 G. Earth

Vacinação de Rotina Diagnósticos Clínicos e Laboratoriais Base de Dados - Registros

**Dados da Vacinação de Rotina**

Número de Animais: 5877  Selecionar em caso de vacina múltipla

Selecione a doença: Doença de Newcastle Doença de Newcastle

Vacinas Múltiplas: Doença de Marek - Doença de Newcastle -

Observações 1

Registro Múltiplo

Figura 31 - Registro de vacinação de rotina contra Doença de Marek e Newcastle no sistema GEODSA.

### 5.3.9. Atualização de dados de informações via *Web Services*

A interface para a realização de troca de dados entre bases de dados (local e *web*) foi estruturada de forma que permita, ao usuário, um acesso descomplicado a ambos os repositórios. Tal acesso é feito de duas formas distintas à escolha do usuário e considerando especialmente as condições particulares de acesso à internet que dispõe.

A primeira definição que o usuário deve realizar, ao acessar o sistema GEODSA, é estabelecer se acessará os dados diretamente do banco de dados *PostgreSQL* na *web* (Servidor IMA) ou no banco de dados *PostgreSQL* localizado em seu computador (*Localhost*). Para tal deverá acessar o menu *Útil > Conexão Postgre* e escolher entre as opções *Servidor Localhost* ou *Servidor IMA*, conforme mostrado na Figura 32.

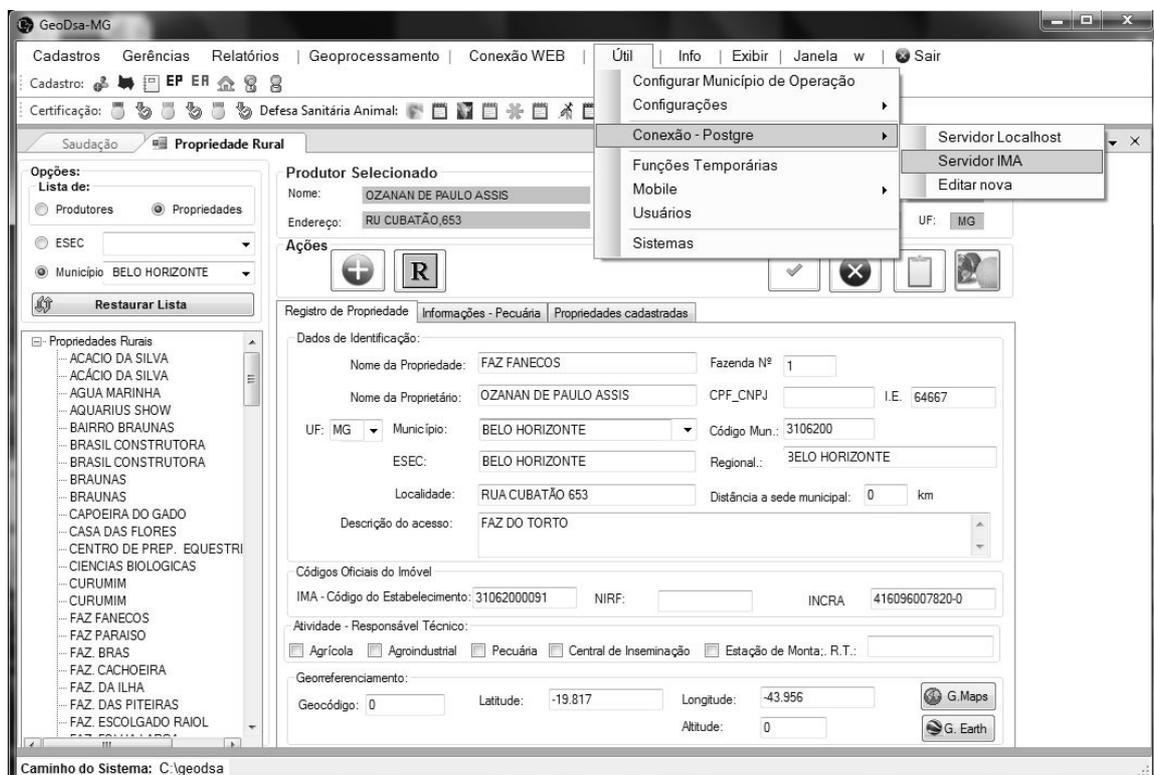
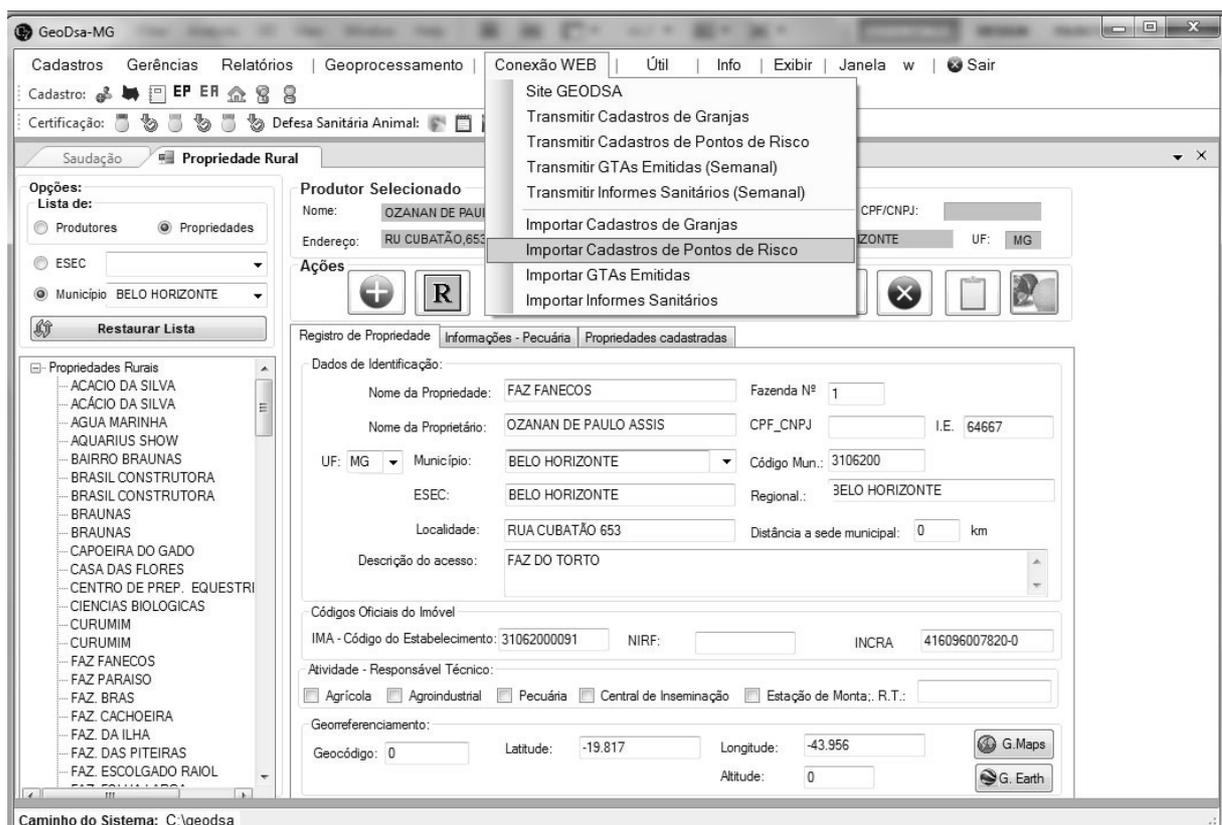


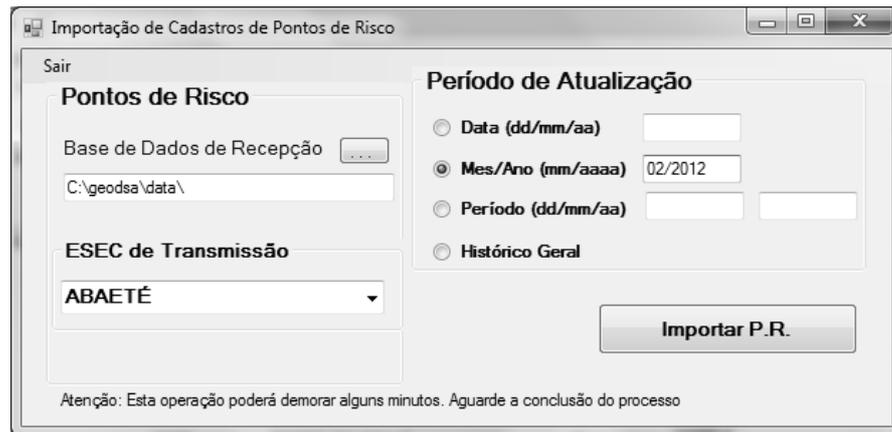
Figura 32 - Estabelecimento de conexão a base local ou web.

As consultas aos diversos módulos do sistema de gerenciamento de cadastros ou no SIG serão realizadas da mesma forma, independente da escolha de acesso à base de dados feita pelo usuário, havendo apenas um quase imperceptível retardo em algumas consultas quando utilizada a base de dados *web*.

Caso o usuário opte por acessar seus dados localmente (*localhost*) é necessário que antes do início dos trabalhos de análise sejam realizadas “cargas” em sua base de dados local, como em um *data warehouse* (armazém de dados). No momento dessas cargas seu computador deverá possuir acesso à internet para que a execução dos *Web Services* de importação de dados possa ser realizada. As Figuras 33 e 34 demonstram os passos que devem ser seguidos para importação de dados de Pontos de Risco.



**Figura 33** - Acesso as funções de importação e exportação de dados entre base local e *web*.



**Figura 34** - Interface de importação de Pontos de Risco para a base de dados local.

A consolidação e manipulação de dados em ambiente local promove ao usuário total independência de conexão à internet, além de possibilitar a realização de análises mais elaboradas de grandes massas de dados, utilizando o poder de processamento do próprio computador pessoal.

Da mesma forma como são realizadas cargas no banco de dados local, também é possível realizar a exportação de dados para o banco de dados *web*. Tal rotina torna-se fundamental visto que os usuários incluem, alteram e inativam registros no sistema GEODSA, localmente, e precisam consolidar tais dados no repositório central (*web*). Como exemplo, a Figura 35 apresenta a tela de acesso à rotina de exportação de Pontos de Risco.



**Figura 35** - Interface de exportação de Pontos de Risco Sanitário para a base de dados web.

Importante mencionar que tal metodologia é amplamente utilizada em outros projetos de grande porte e há vários anos, como é o caso da declaração de imposto de renda no Brasil realizada pelos sistemas criados pela Receita Federal.

#### **5.4. Sistema GEODSA - Módulo de Geoprocessamento (SIG)**

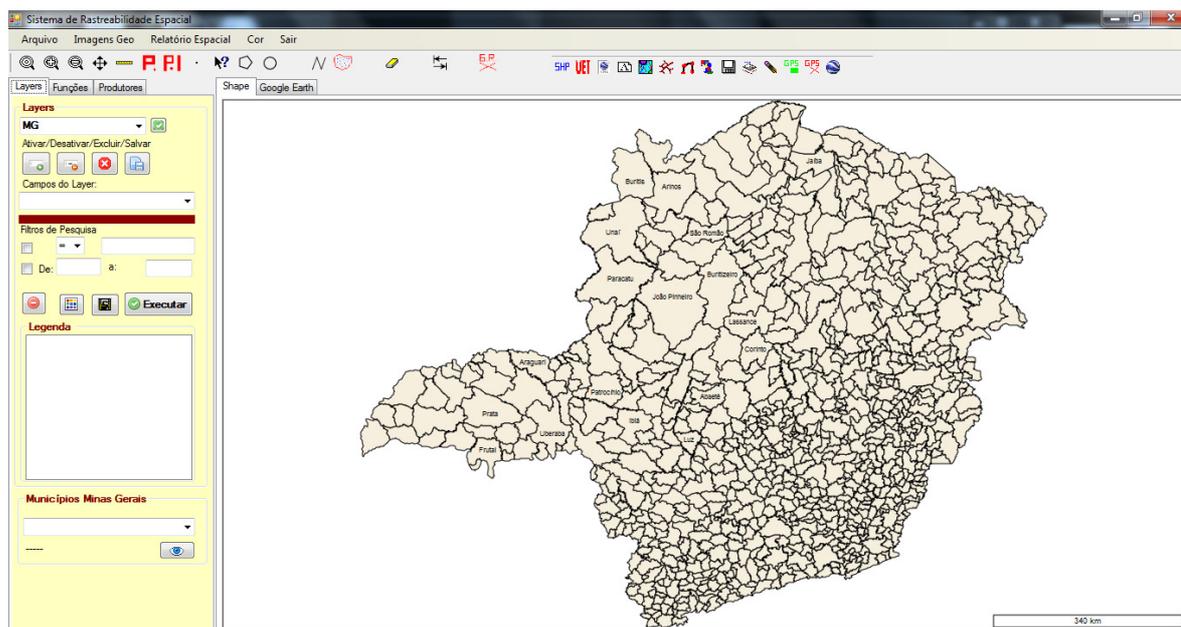
A seguir serão apresentados os módulos do SIG GEODSA desenvolvidos para esse estudo. Foram contemplados no SIG os temas: estrutura administrativa (1); cadastros básicos (2); informes sanitários (3) e pontos de risco (4).

O acesso ao módulo de Geoprocessamento é realizado a partir do menu Geoprocessamento > Espacialização de Mapas.

A interface do SIG foi estruturada buscando ao máximo sua simplificação, permitindo ao usuário realizar intuitivamente a maior parte das funções disponíveis no sistema. Alguns elementos fundamentais foram pensados buscando facilitar o uso do SIG, dentre os vários, podemos citar:

- Acesso automático à base de dados de cadastros dos diversos temas trabalhados no sistema GEODSA, sem a necessidade de manipulação de bancos de dados ou planilhas;
- Base cartográfica integrada ao sistema e com acesso facilitado a partir de menus pré-definidos;
- Adequação da linguagem utilizada em menus, tabelas e relatórios, àquela utilizada habitualmente pelos usuários.

A Figura 36 apresenta a tela inicial do SIG que é apresentada ao usuário. Tal interface é constituída de um menu principal, barra de ferramentas lateral e superior e área central de manipulação de mapas e elementos geográficos.

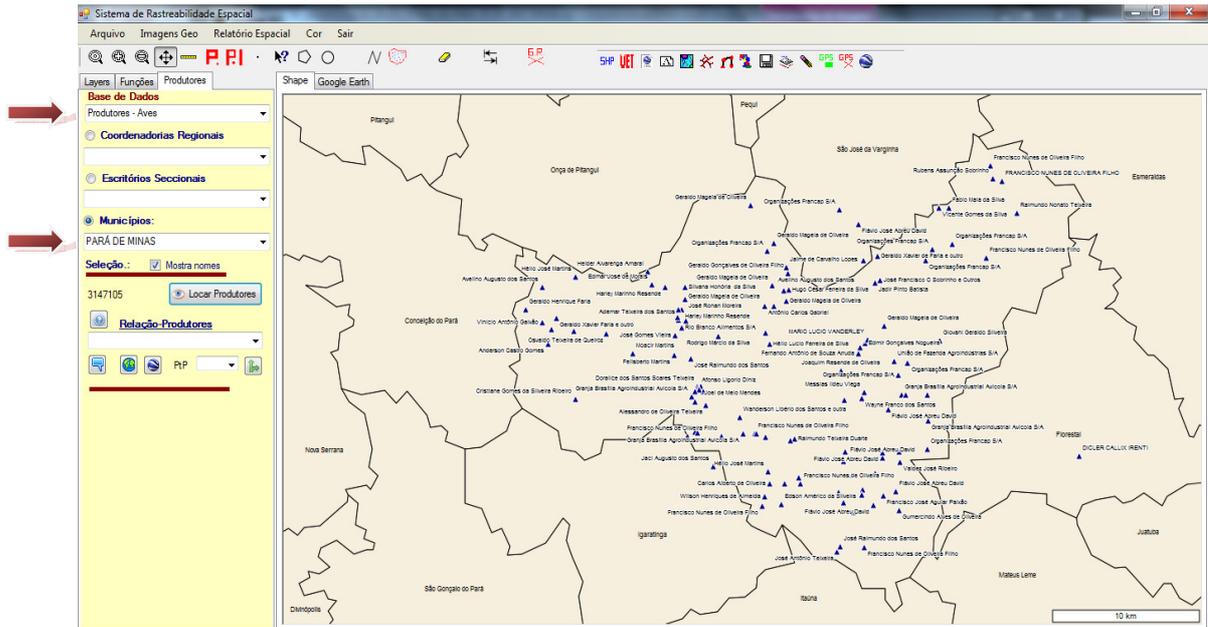


**Figura 36** - Tela principal do SIG do GEODSA.

#### 5.4.1. Espacialização de Propriedades Rurais e Explorações Pecuárias

Também de forma simplificada foi disponibilizado ao usuário o acesso aos registros de produtores, propriedades e explorações pecuárias, cadastrados básicos do sistema. Conforme demonstrado na Figura 37 é possível realizar a espacialização dos cadastros básicos através da combinação de filtros de unidades administrativas (Coordenadorias Regionais, Escritórios Seccionais e Municípios). Os pontos incluídos no mapa podem vir acompanhados do nome do principal ponto, como, por exemplo, o nome da propriedade rural.

Outra forma de realizar a espacialização de pontos no SIG é executar um dos diversos relatórios espaciais disponíveis no menu principal do sistema. Como exemplo, para realizar a espacialização das propriedades rurais presentes em sua base de dados local, ou na base *web*, o usuário deverá acessar o menu Relatório Espacial > Propriedades Rurais.



**Figura 37** – Espacialização de explorações pecuárias de aves do município de Pará de Minas, MG.

Os relatórios espaciais permitem ao usuário ampliar suas escolhas durante o processo de espacialização de elementos geográficos, pois lhe é permitido indicar, dentre os atributos de cada elemento, as classes específicas procurados em sua pesquisa. A Figura 38 apresenta um exemplo de relatório espacial de propriedades rurais, onde se buscou atribuir ao mapa uma *layer* composta de propriedades rurais do município de Pará de Minas (MG), que possuíam *status* de risco para febre aftosa. Além da definição dos atributos desejados no relatório espacial, o usuário realizará a indicação de um nome sugestivo para a *layer* e as características desejadas para os pontos (estilo, cor, espessura e tamanho da fonte do texto).

A cada relatório espacial gerado, o sistema cria uma nova *layer* de informações, que poderão ser desativadas ou excluídas a qualquer momento através dos botões presentes na barra de ferramentas lateral do SIG

**Figura 38** – Exemplo de composição de relatório espacial de propriedades rurais.

A Figura 39 apresenta a tela para composição de relatórios espaciais para explorações pecuárias de aves (granjas de aves), na qual também é possível realizar as combinações de atributos. No exemplo apresentado foi realizada a composição de um relatório para espacialização das granjas de aves de postura comercial do município de Pará de Minas (MG), que possuíam 2 ou mais galpões e capacidade de alojamento superior a 25.000 aves.

No relatório espacial é possível também realizar pesquisas por localização. Tal ferramenta permite definir quais granjas estão presentes em um determinado raio de pesquisa (km), tendo por base, por exemplo, uma granja interditada em razão de um evento sanitário.

**Figura 39** - Exemplo de composição de relatório espacial de exploração pecuária de aves (granjas de aves).

#### 5.4.2. Pontos de Risco Sanitário

Seguindo o mesmo modelo de relatórios espaciais para espacialização de cadastros básicos, é possível realizar a composição de *layers* com os registros de pontos de risco existentes na base de dados em utilização. Na Figura 40 é apresentada a tela utilizada para a execução de um relatório espacial de pontos de risco vinculados à atividade avícola (criatórios de subsistência de aves), presentes no município de Pará de Minas (MG).

Relatórios Espaciais - Pontos de Risco

Sair

Filtros

Risco Atividade: AVES

Tipo Ponto de Risco: CRIATÓRIO DE SUBSISTÊNCIA E

Município: Pará de Minas

Fator de Risco: [ ]

Coord. Regional: [ ]

ESEC: [ ]

Data de Cadastro/Atualização

Data: dd/mm/aa

Mes/Ano: mm/aaaa

Período de: (dd/mm/aa)

Histórico Geral

Nome do Layer: criatorios\_aves\_para\_de\_minas

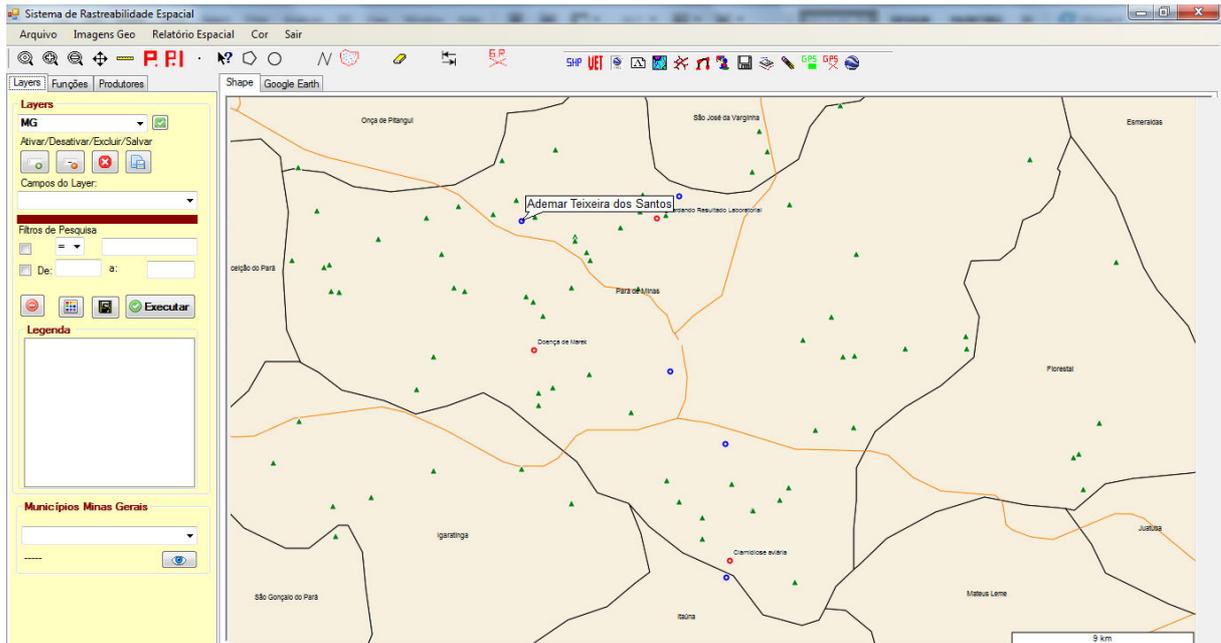
Mostra informações

Formato: Círculo Pequeno

Executar

**Figura 40** - Composição de relatório espacial para pontos de risco sanitário.

Na Figura 41 é possível verificar a inclusão no mapa dos pontos de risco solicitados no relatório, representados por círculos azuis, juntamente com as granjas comerciais do município (triângulos verdes) e casos de doenças infectocontagiosas (círculos vermelhos). A análise conjunta dos *layers* possibilita ao médico veterinário identificar de forma mais abrangente o contexto ambiental que estão inseridos os casos de doenças e dessa forma traçar medidas mais adequadas de saneamento.



**Figura 41** - Inclusão de pontos de risco em mapa contendo granjas de aves e casos/suspeitas de doenças.

### 5.4.3. Espacialização de informes sanitários e vacinações de rotina

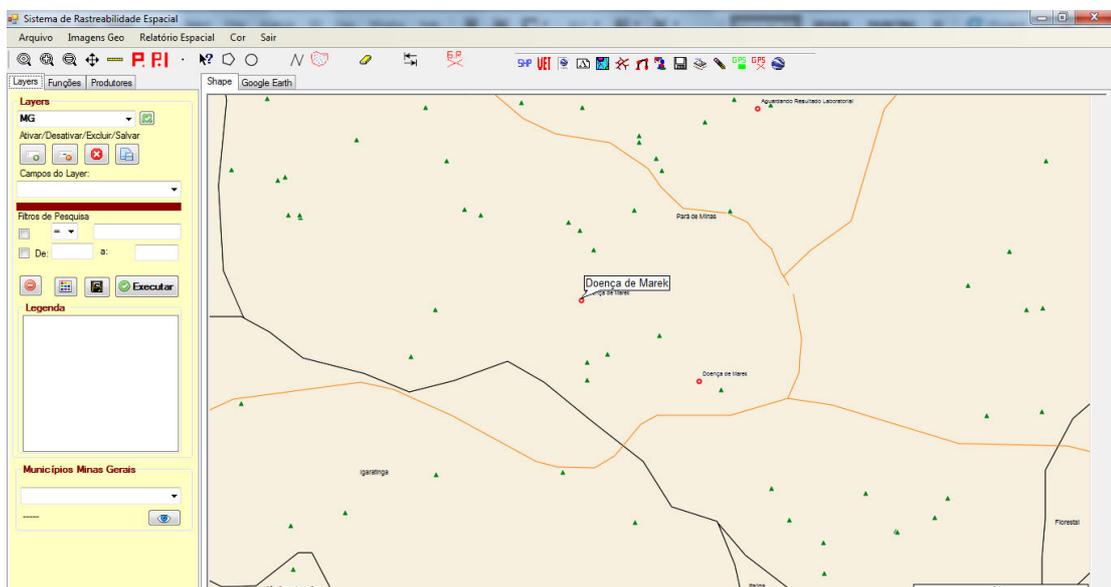
Como já descrito anteriormente, todos os registros de doenças e vacinações de rotinas lançados no GEODSA são automaticamente georreferenciados, tendo em vista sua imediata vinculação a um estabelecimento rural previamente cadastrado. Em razão disso, é possível realizar a espacialização de tais registros por meio de relatórios espaciais, conforme demonstrado na Figura 42.

Um dos atributos que merecem menção especial no relatório espacial de doenças é o diagnóstico da doença. Em alguns casos o diagnóstico pode ser definido clinicamente no momento do primeiro atendimento, mas, em muitos outros, depende de análises laboratoriais específicas sobre as amostras coletadas e encaminhadas pelo médico veterinário do serviço oficial ou da iniciativa privada. Somente após o recebimento do resultado laboratorial é que se poderá confirmar ou descartar a suspeita inicial verificada no primeiro atendimento.

Seguindo esse princípio da prática veterinária, o sistema permitirá a espacialização de registros que já possuem diagnóstico definitivo e aqueles que ainda aguardam resultado

laboratorial para sua conclusão (Figura 43). A análise espacial conjunta desses dois tipos de casos (confirmados e aguardando confirmação) pode auxiliar o médico veterinário a estabelecer um vínculo epidemiológico e, até mesmo, um diagnóstico conclusivo.

**Figura 42** - Composição de relatório espacial sobre informes sanitários.



**Figura 43** - Apresentação de casos fictícios de Doença de Marek no município de Pará de Minas, MG .

#### 5.4.4. Estabelecimento da área de isolamento em torno de focos de doença

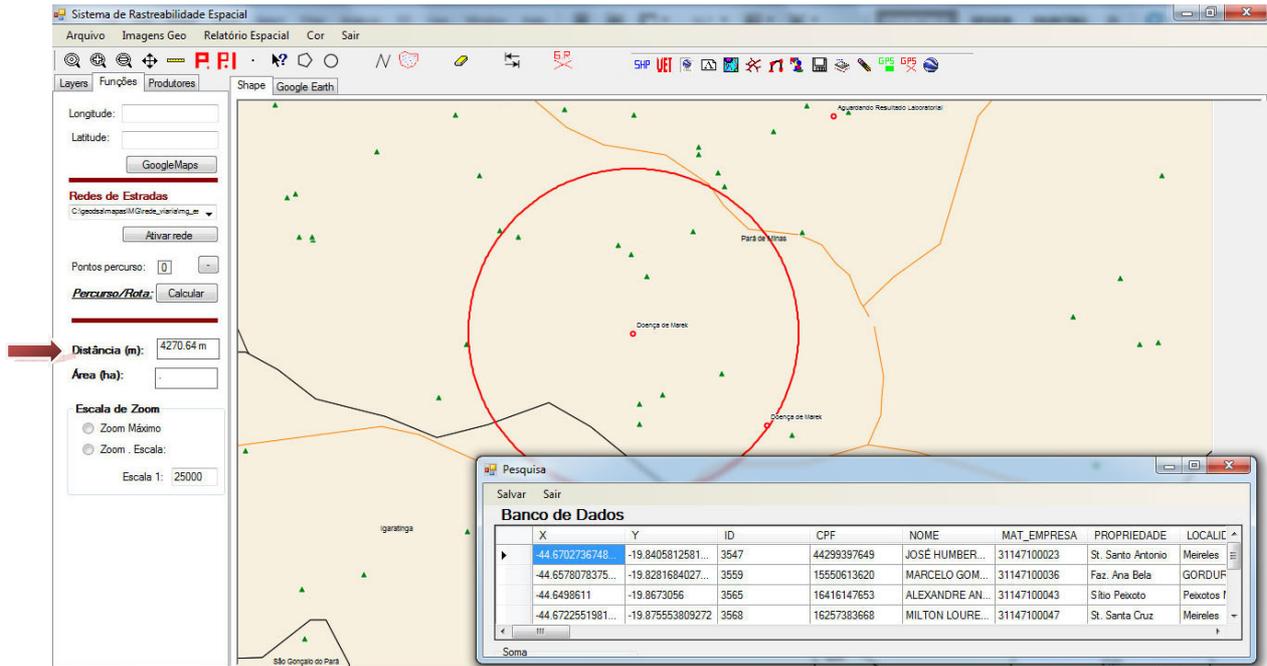
Após a comunicação ou confirmação de um caso de doença, o processo de investigação deve procurar identificar rapidamente a extensão do problema, relacionando o caso inicial a outros possíveis, para que logo sejam estabelecidas medidas de isolamento, controle e saneamento.

A melhoria da efetividade das ações em emergências sanitárias e a capacidade de pronta reação dos serviços veterinários possuem relação direta com a sua condição de obter informações precisas e oportunas sobre o evento sanitário. A identificação dos rebanhos existentes em torno do foco é uma dessas informações que precisam de rápida confirmação e tabulação.

No sistema GEODSA tal informação pode ser obtida com a utilização da ferramenta denominada “círculo”. Essa ferramenta atua sobre a *layer* ativa, recuperando de seus elementos geográficos informações que auxiliam ao processo de investigação.

Para que o usuário utilize a ferramenta círculo deverá clicar no botão correspondente à função na barra de ferramentas superior. Em seguida, deverá clicar no ponto central da área a ser pesquisada (local do caso ou foco de doença), arrastando posteriormente o *mouse* até que o círculo atinja o raio desejado. A variação do raio da área de pesquisa é acompanhada pelo usuário na aba “Funções” e possui sua mensuração em metros.

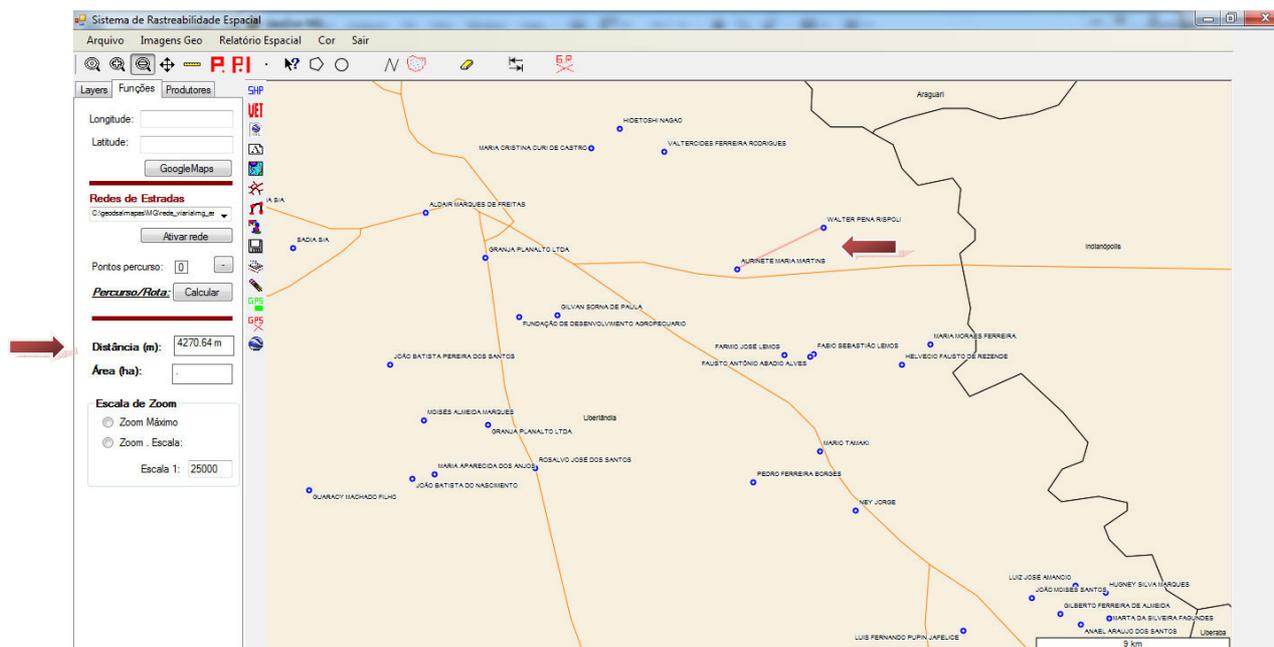
Após a finalização do processo acima descrito, o sistema apresentará uma nova janela ao usuário onde estarão dispostas as informações sobre os elementos abrangidos pelo círculo, incluindo o nome e respectivos códigos dos produtores rurais, conforme pode ser visto na Figura 44. Tais informações apresentadas pela pesquisa podem ser salvas em planilha eletrônica (.csv) ou arquivos XML para análise e distribuição a outros interessados.



**Figura 44** - Estabelecimento de área de foco a partir de propriedade rural com caso confirmado de doença

#### 5.4.5. Estabelecimento de distâncias entre dois objetos

Outra ferramenta disponível no sistema e que auxilia na avaliação da distribuição geográfica de propriedades rurais é a ferramenta “régua”. Essa ferramenta possui o objetivo simples, mas particularmente importante, de estabelecer a distância exata entre dois pontos do mapa. É possível, portanto, utilizá-la para identificar a distância entre galpões de granjas vizinhas, entre uma propriedade rural e a rodovia mais próxima, entre um parque de exposição e o local de um surto de doença, dentre muitas outras possibilidades. A Figura 45 apresenta a utilização da ferramenta régua.



**Figura 45-** Mensuração da distância entre duas granjas de suínos no município de Uberlândia, MG.

Algumas análises de risco, como a classificação de biossegurança de granjas suídeas utilizada pelo IMA, definem a distância entre explorações pecuárias como uma de suas variáveis de análise. No trabalho de campo tal dado é difícil de ser obtido, visto que o fiscal agropecuário trafega em estradas e rodovias, e, por isso, tal ferramenta do sistema assume um importante papel.

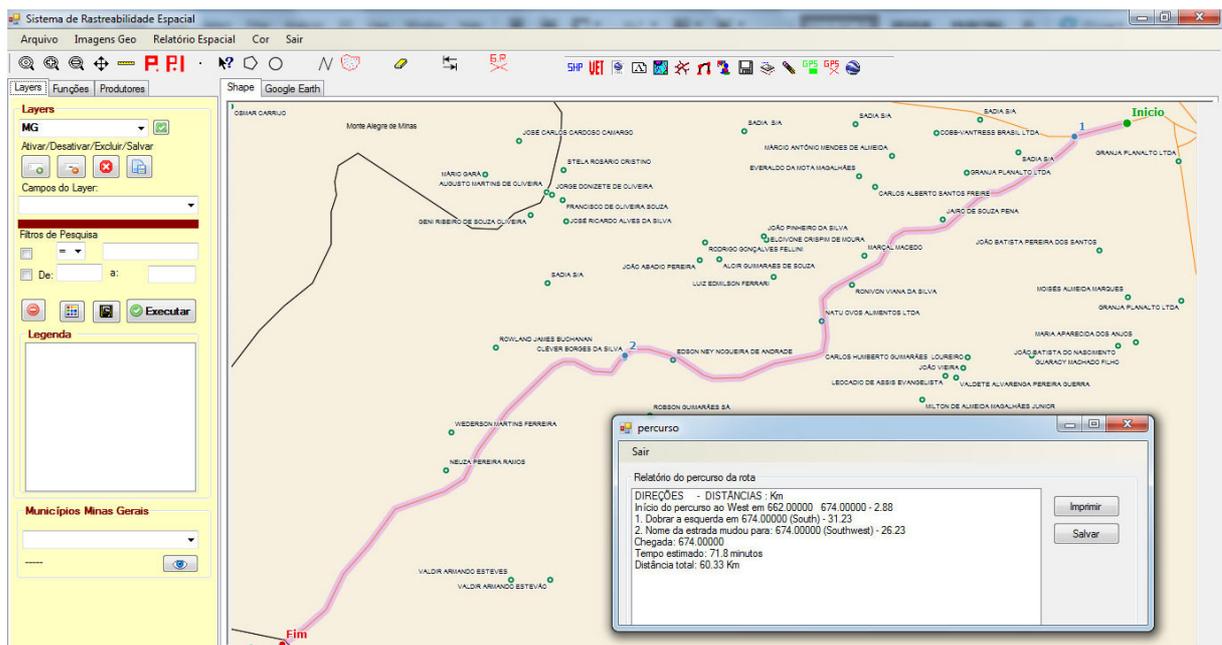
#### 5.4.6. Composição de trajetos em redes viárias

Outra ferramenta disponível no SIG do GEODSA é a composição de rotas ou trajetos em redes viárias. É possível aperfeiçoar o planejamento de vistorias de propriedades a partir do uso dessa ferramenta, já que no mesmo ambiente onde se visualiza os pontos de interesse (estabelecimentos rurais, pontos de risco e outros), também é possível realizar o cálculo de distâncias e elaborar trajetos inclusive com pontos intermediários de passagem.

O planejamento de vistorias a propriedades rurais, especialmente em casos de investigação de surtos de doenças, é uma tarefa fundamental para evitar que o próprio fiscal agropecuário não seja disseminador do agente etiológico e contribua para a dispersão da

doença.

A Figura 46 apresenta um trajeto elaborado a partir da indicação de três pontos (inicial, intermediário e final). Após a elaboração do trajeto, o sistema apresentará ao usuário uma nova janela com informações sobre a distância entre os pontos referenciados e o tempo aproximado para conclusão do percurso.



**Figura 46** - Sugestão de rota a partir da indicação de ponto inicial, intermediário e final

## 5.5. Testes e Validação do Sistema

O sistema GEODSA (versão 2.0) foi instalado nos 212 Escritórios Seccionais do IMA para utilização nas atividades de cadastramento e recadastramento de granjas de aves e suínos, cadastramento de pontos de risco e emissão de Guias de Trânsito Animal. Foi disponibilizado também o SIG do GEODSA para utilização dos servidores dessas unidades administrativas.

Os servidores dos Escritórios Seccionais do IMA não receberam treinamento presencial para utilização do sistema. Para a capacitação dos servidores foram utilizadas vídeo-aulas, disponíveis no site do sistema GEODSA, e foi desenvolvido um manual de

instruções que foi remetido por e-mail a essas unidades para posterior impressão.

Os integrantes do Grupo de Atenção Veterinária Especial em Avicultura - GAVEA, composto por 14 médicos veterinários, participaram dos testes e validação do sistema, e foram capacitados para seu uso presencialmente na Sede do IMA. Nesse encontro, que durou aproximadamente 8 horas entre explanação e prática, buscou-se focar a operacionalização do sistema de cadastro e principalmente a utilização do SIG.

Os integrantes do GAVEA estão estrategicamente distribuídos pelo estado de Minas Gerais, próximos às áreas com maior concentração de granjas comerciais de aves e possuem a função de apoiar as ações do PNSA que requerem maior especialização dos profissionais. Além disso, promoveram suporte presencial e à distância aos Escritórios Seccionais nas questões envolvendo o GEODSA. Nesse aspecto, os mesmos realizaram a função de “multiplicadores” do conhecimento sobre o sistema dentro da organização.

Observou-se durante o encontro uma fácil assimilação por parte dos usuários das funções de operacionalização do sistema, incluindo àquelas vinculadas ao seu SIG. Os pontos de maior discussão foram aqueles que demandavam dos profissionais conhecimentos básicos sobre conceitos e terminologias da área da geomática.

O sistema apresentou comportamento adequado frente às expectativas, inclusive na execução de funções de integração (importação e exportação) de cadastros, entre máquina de usuários e servidor web, pela utilização de *Web Services*.

Durante o ano de 2011 foram recadastradas e georreferenciadas no sistema cerca de 1.480 granjas de suínos e 2.560 granjas de aves. Foram também cadastrados aproximadamente 7.510 pontos de risco sanitário. Todos esses cadastrados foram consolidados na base de dados *web* a partir da transmissão realizada pelos usuários, e encontra-se disponível para consulta e análise de toda instituição.

Apesar de preparado para tal, não foram realizados os testes previstos de integração com a base de dados do Novo SIDAGRO, que teve seu lançamento adiado em oito meses, comprometendo assim o cronograma do presente estudo.

## 6. CONCLUSÃO

O tema gestão da informação no âmbito da saúde animal não é novidade nos órgãos veterinários oficiais, entretanto, o desenvolvimento de políticas e sistemas de informação que atendam às reais demandas das instituições continua sendo um grande desafio e um objetivo constante a ser atingido.

Torna-se imprescindível que os serviços veterinários adquiram a visão clara da interdependência entre gestão da informação e qualidade de suas ações, aplicando esforços na estruturação de uma base de dados confiável, principalmente no que se refere às camadas básicas de análise, tais como o universo de produtores rurais, propriedades, explorações pecuárias, imunização e movimentação dos rebanhos.

O sistema GEODSA foi concebido a partir do referencial teórico-prático formulado, e demonstrou grande aderência à realidade do serviço veterinário oficial, principalmente por oferecer um ferramental dirigido às suas necessidades e expectativas do público-alvo. A adequação das terminologias utilizadas no *front-end* do software, sua estrutura simplificada de funcionamento, e dispensa de conhecimentos mais aprofundados em informática contribuíram decisivamente no resultado positivo de sua aceitação.

A metodologia de desenvolvimento de sistemas híbridos mostrou-se eficiente na prática de uma instituição de grande capilaridade administrativa como é o caso do IMA, por permitir a consolidação dos dados gerados de forma autônoma em um repositório central (banco de dados espacial sobre a plataforma *web*), sem contudo demandar grande velocidade e estabilidade de acesso a internet por parte do cliente.

A possibilidade de integração com bancos de dados externos indica um novo potencial ainda pouco explorado para o aperfeiçoamento da defesa agropecuária, onde a colaboração entre as diversas instâncias governamentais permitirão agregar dados diversos para a análise conjunta, obtendo assim eficiência técnica, administrativa e financeira.

O sistema gerencial de casos de doenças e vacinação de rotina (informes sanitários) ofereceu a maior contribuição aos objetivos primários da vigilância veterinária, otimizando a obtenção de dados sobre novas ocorrências, com incrementos em qualidade e rapidez, através

de uma rede abrangente de médicos veterinários oficiais e privados.

O grande diferencial do GEODSA está no seu Sistema de Informação Geográfica desenvolvido sobre a plataforma desktop, haja visto que tal ferramenta trabalha de forma harmoniosa com o gerenciador de cadastros, permitindo a fácil transposição dos dados tabulares para o ambiente espacial.

Os testes práticos realizados com o GEODSA indicam que a popularização dos sistemas de geoinformação nos órgãos de sanidade animal pode se tornar uma breve realidade, e trazer consigo um promissor incremento para a vigilância epidemiológica veterinária.

## 7. PERSPECTIVAS FUTURAS E RECOMENDAÇÕES

O sistema GEODSA criou uma plataforma tecnológica que servirá como ponto de partida para o desenvolvimento de outras soluções voltadas às demais áreas que compõe a defesa agropecuária, como é o caso da defesa sanitária vegetal e a certificação de produtos.

Mesmo quando considerada apenas a defesa sanitária animal, muito ainda há de ser feito para que o sistema atinja a totalidade de temas mapeados nesse trabalho, além de outros que poderão ser explorados em maior profundidade.

A escolha por um SIG baseado na plataforma desktop advém da perspectiva de exploração do potencial do processamento do computador pessoal. Sob essa estrutura será possível desenvolver análises mais elaboradas, em especial àquelas que envolvam estatística descritiva, geoestatística e geoprocessamento de imagens.

Investimentos em tecnologias de geoinformação devem ser pensados de forma continuada, visto que vivemos em um mundo de mudanças rápidas e que exigem das organizações um grande poder de adaptabilidade.

Essa visão também é compartilhada por CRONER (2003) ao dizer que o retorno em investimentos governamentais nesse tipo de ferramental pode ser altamente positivo, através da geração de dados geoespaciais e subsequente compartilhamento destes entre vários usuários, em todos os níveis de governo e todos os setores ao longo do tempo.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAMBULO III, P. V.; ASTUDILLO, V. **Perspectives on the application of remote sensing and geographic information system to disease control and health management.** *Prev Vet Med.* 1991; 11: 345-52

ASSAD, E. D.; SANO, E.E. **Sistema de Informações Geográficas: Aplicações na Agricultura.** Brasília: Embrapa, 1998.

ASTUDILLO V. **Information and surveillance system of vesicular disease in the Americas: use of grid maps for monitoring data collection and reporting.** *Rev sci tech Off int Epiz.* 1983; 2: 739-49.

ASTUDILLO V. **Fortalecimiento de la atención veterinaria y de los sistemas de información y vigilancia a nivel local.** *Bol Cent Panamer Fiebre Aftosa* 1991; 57: 74-93.

BORGES, K. A. V.; DAVIS Jr., C. A.; LAENDER, A. H. F. **Modelagem Conceitual de Dados Geográficos.** In: CASANOVA, M. A.; CÂMARA, G.; DAVIS Jr., C. A.; VINHAS, L.; QUEIROZ, G. R. (Eds.) *Bancos de Dados Geográficos.* Curitiba, 2005, p. 93-146.

BRAGA, J. U.; WERNECK, G. L. **Vigilância Epidemiológica.** In: MEDRONHO, R. A...[et al.]. *Epidemiologia.* São Paulo: Atheneu, 2009.

BRASIL. **Decreto nº 5.741, de 30 de março de 2006. Regulamenta os arts. 27-A, 28-A e 29-A da Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991, organiza o Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária, e dá outras providências.** *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 31 mar. 2003.*

BRASIL. **Lei n.º 8080 de 19 de setembro de 1990. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências.** Acessível em: [www.saude.gov.br/legislacao](http://www.saude.gov.br/legislacao)

BRASIL. **Lei nº. 9.712 de 20 de novembro de 1998. Altera a Lei nº. 8.171 de 17 de janeiro de 1991, acrescentando-lhe dispositivos referentes à defesa agropecuária.** *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 20 nov. 1998.*

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Projeções do agronegócio 2010/2011 a 2020/2021**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 16 dez. 2011

BRASIL. **Portaria n.º 121 de 29 de março de 1993. Aprova as normas para combate à Febre Aftosa e dá outras providências**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 30 mar. 1993.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V.; MEDEIROS, J. S. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001.

CAMPOS, S.R.S.; MARTINHAGO, A.Z.; CARVALHO, L.M.T.; SCOLFORO, J.R.; OLIVEIRA, A.D.; VEIGA, R.D.; LIMA, R.R. **Bancos de dados**. In: Zoneamento ecológico-econômico do Estado de Minas Gerais: componentes geofísico e biótico. Lavras, Editora UFLA, 2008.

CARVALHO, L. F. R.; MELO, C. B.; MCMANUS, C.; HADDAD, J. P. A. **Use of satellite images for geographical localization of livestock holdings in Brazil**. Preventive Veterinary Medicine, 103:74-77, 2012.

CROMLEY, E. K. **GIS and Disease**. Annu. Re. Public Health, 24:7-24, 2003

CRONER, C. M. **Public Health, GIS, and the Internet**. Annu. Re. Public Health, 24:57-82, 2003

CURTIS, A. **Using a Spatial Filter and a Geographic Information System to Improve Rabies Surveillance Data**. Emerging Infectious Diseases, vol. 5, n° 5, 1999.

DEMERS, M. N. **Fundamentals of Geographic Information Systems**. 2<sup>nd</sup> ed. New York: John Wiley & Sons, 1999.

EISEN, L; EISEN, R. J. **Information Systems and Decision Support Systems for the Prediction, Prevention, and Control of Vector-Borne Diseases**. Annu. Rev. Entomol., 56:41-61, 2011.

EUROPEIAS, C. **Uma nova Estratégia de Saúde Animal da União Europeia (2007-2013) sob o lema “Mais vale prevenir do que remediar”**. Serv. das Publ. Of. das Com. Europ. Luxemburgo: CE, 2007.

FAO. **Aplicación de SIG en epidemiología de Fiebre Aftosa en la Argentina.** Edited by María Clara Ledesma, María Inés Puentes, Emilio A. León, Daniel Laureda. Roma: FAO, 2005.

FAO. **The AVE Systems of Geographic Information for the Assistance in the Epidemiological Surveillance of the Avian Influence, Based on Risk .** Edited by Emilio A. León, Sérgio J. Duffy, Mark A. Stevenson, Caryl Lockhart and Ernesto J.A. Späth. FAO Animal Production and Health Manual , No. 7. Rome, 2009.

FONSECA, A. H.; FERREIRA, M. J. S.; GOÉS, M. H. B.; SILVA, J. X. **Distribuição espaço-temporal de *Boophilus microplus* (acari: ixodidae), analisada por geoprocessamento, no município de seropédica, estado do Rio de Janeiro, Brasil.** Ver. Bras. Parasitol. Vet., 14, 4, 167-172, 2005.

HEUSER, C. A. **Projeto de banco de Dados.** Porto Alegre: Sagra Luzzato, 1998. (Série livros didáticos, n.4).

KONECNY, G. **Geoinformation: Remote Sensing, Photogrammetry and Geographic Information Systems.** London: Taylor & Francis, 2003.

LISBOA FILHO, J.; IOCHUPE, C.; HASENACK, H.; WEBER, E.J. **Modelagem conceitual de banco de dados geográficos: o estudo de caso do projeto PADCT/CIAMB.** In: CENTRO DE ECOLOGIA/UFRGS. Carvão e Meio Ambiente. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000.

LO, C. P.; YEUNG, A. K. W. **Concepts and Techniques of Geographic Information Systems.** New Delhi: Prentice-Hall, 2008.

LOCH, C.; ERBA, D. A. **Cadastro Técnico Multifinalitário: rural e urbano.** Cambridge: Lincoln Institute of Land Policy, 2007.

LOCH, C. **O Cadastro Técnico Multifinalitário e a Gestão Territorial.** In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, Porto Alegre, Anais. ABENGE, CD Rom, 2001.

MAPA. **Manual de vigilância veterinária de doenças vesiculares.** Brasília: MAPA, 2007.

MARABELLI, R. **The role of official Veterinary Services in dealing with new social challenges: animal health and protection, food safety, and the environment.** Rev. sci. tech. Off. int. Epiz., 2003, 22 (2), 363-371

MEDRONHO, R. A. M.; WERNECK, G. L. **Análise de Dados Espaciais em Saúde.** In: MEDRONHO, R. A...[et al.]. Epidemiologia. São Paulo: Atheneu, 2009.

MEIRELLES, M. S. P.; CÂMARA, G.; ALMEIDA, C. M. **Editorial.** In: MEIRELLES, M. S. P...[et al.]. Geomática: Modelos e Aplicações Ambientais. Brasília: Embrapa, 2007.

MIRANDA, J. I. **Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas.** Brasília: Embrapa, 2005.

MOORE D. A., CARPENTER E. T. **Spatial Analytical methods and Geographic Information System: use in health research and Epidemiology.** Epidemiologic Reviews, vol. 21, n° 2, 1999.

NEGREIROS, R. L., AMAKU, M., DIAS, R. A., FERREIRA, F., CAVALLÉRO, J. C. M., NETO, J. S. F. **Análise de aglomeração espacial de focos de febre aftosa no Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil – 2005.** Ciência Rural, v. 39, n.9, p.2609-2613, 2009.

OIE. **Cost of national prevention systems for animal diseases and zoonoses in Developing and Transition Countries.** Prepared by Frank Allweldt, Civic Consulting. Berlin: OIE, 2009.

OIE. **Terrestrial Animal Health Code 2007.** Disponível em: <<http://www.oie.int/international-standard-setting/terrestrial-code/>> Acessado em 10 nov. 2011.

RICKETTS, T. C. **Geographic Informativon Systems and Public Health.** Annu. Rev. Public Health, 24:1–6, 2003.

RUSHTON, G. **Public Health, GIS, and Spatial Analytic Tools.** Annu. Rev. Public Health, 24:43–56, 2003.

SILVA, J. X. **Geoprocessamento em Estudos Ambientais: Uma perspectiva Sistêmica.** In: MEIRELLES, M. S. P...[et al.]. Geomática: Modelos e Aplicações Ambientais. Brasília: Embrapa, 2007.

SOARES, T. S. M; LATORRE, M. R. D. O; LAPORTA, G. Z.; BUZZAR, M. R. **Spatial and seasonal analysis on leptospirosis in the municipality of São Paulo, Southeastern, Brazil, 1998 to 2006.** Rev. Saúde Pública, 2010; 44(2)

THURSTON, J.; POIKER, T. K.; ,MOORE, J. P. **Integrated Geospatial Technologies: A guide to GPS, GIS, and data logging.** Hoboken: John Wiley & Sons, 2003.

WTO. **Sanitary and Phytosanitary measures.** Disponível em:  
<[http://www.wto.org/english/tratop\\_e/sps\\_e/sps\\_e.htm](http://www.wto.org/english/tratop_e/sps_e/sps_e.htm)> Acesso em: 10 jan. 2012.

YIN, R. K. **Case Study Research: Design and Methods.** California: Sage, 1994.