

**Mariana Gontijo de Brito**

**O USO DA TERRA E A DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE CASOS HUMANOS  
DA SÍNDROME CARDIOPULMONAR POR HANTAVÍRUS EM  
MINAS GERAIS, 1996 A 2007**

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

Área de Concentração: Epidemiologia

Orientador: Marcos Xavier Silva

Belo Horizonte  
Escola de Veterinária da UFMG  
2012

Brito, Mariana Gontijo de, 1981-  
B862u      Uso da terra e a distribuição espacial de casos humanos da  
síndrome cardiopulmonar por hantavírus em Minas Gerais, 1996 a  
2007 / Mariana Gontijo de Brito. -2012.  
81 p. : il.

Orientador: Marcos Xavier Silva  
Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais,  
Escola de Veterinária  
Inclui bibliografia

1. Sistema cardiopulmonar – Doenças – Teses. 2. Hantavírus -  
Teses. 3. Epidemiologia – Teses. I. Silva, Marcos Xavier.  
II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária.  
III. Título.


CDD - 610


Tese defendida e aprovada em 04 de maio de 2012, pela Comissão Examinadora constituída por:

  
Prof. Marcos Xavier Silva  
Presidente

  
Prof. Nuncio Antônio Araújo Sôf.

  
Prof. Celina Maria Modena

  
Prof. Pedro Light

  
Prof. Ivan Sampaio



*À minha filha Maria, pelo amor  
e cumplicidade, sempre.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela Sua presença sempre.

Ao meu orientador, Prof. Marcos Xavier Silva, pelo apoio constante e sugestões valiosas.

Ao Prof. Élvio Carlos Moreira, pelas valiosas opiniões, amizade e incentivo para a realização deste trabalho.

Ao Prof. José Ailton Silva, pelas opiniões e valiosas colaborações.

Ao Prof. Ivan Sampaio, pelas colaborações fundamentais, todo o meu agradecimento.

À Profa. Celina Maria Modena, pelas considerações pertinentes do resgate da “nossa” epidemiologia.

Ao Prof. Pedro Lihtg, pelas considerações valiosas que só enriqueceram o trabalho.

Ao Prof. Núncio Sol, pela presença e contribuição valiosas.

Ao Prof. João Paulo Haddad, pelas fundamentais sugestões.

À Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais, em especial ao amigo Francisco Leopoldo Lemos.

Aos amigos e colegas da Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais, especialmente Marcela, Frederico, Talita e Gabriela – sou-lhes grata pela amizade sempre presente, e pelas colaborações valiosas em todos os momentos deste trabalho.

Ao colega Rafael Nicolino, pelo inestimável auxílio na realização dos mapas.

Aos colegas das Superintendências Regionais de Saúde de Passos, Uberaba, Uberlândia, Divinópolis, Patos de Minas e Alfenas, pela amizade e colaborações fundamentais na elaboração deste trabalho.

Aos meus pais, João Carlos e Elizabeth, com a agradecida presença.

À Madu Brandão, pela certeza das palavras.

À minha amiga Nádia, pelo valioso auxílio na formatação deste trabalho

A todos que, de maneira importante, direta ou indiretamente colaboraram no desenvolvimento deste trabalho, minha gratidão.

“Muito deleitável. Claráguas, fontes, sombreado e sol (...) Aí foi (...), no tempo do pendão do milho. Trêsmente: que com o capitão-do-mato de prateadas pontas, viçoso no cerrado; o aniz enfeitando suas moitas; e com florzinhas as dejaniras. (...) De qualquer pano de giro de mato, de entre quase cada encostar de duas folhas, saíam o giro as todas as cores de borboletas. Como não se viu, aqui se vê. Porque, nos gerais, a mesma raça de borboletas, que em outras partes é trivial regular – cá cresce, vira muito maior, e com mais brilho, se sabe; acho que é do seco do ar, do limpo, desta luz enorme (...) Tardinha que enche as árvores de cigarras – então, não chove. Assovios que fechavam o dia: o papa-banana, o azulejo, a garricha-do-brejo, o suirirí, o sabiá-ponga, o grunhatá-do-coqueiro...”

(João Guimarães Rosa)

## SUMÁRIO

	Pág.
<b>LISTA DE SIGLAS .....</b>	<b>11</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>12</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>12</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
<b>3 LITERATURA CONSULTADA.....</b>	<b>15</b>
3.1 EPIDEMIOLOGIA DAS HANTAVIROSES.....	15
3.2 ASPECTOS HISTÓRICOS DO USO DA TERRA .....	22
3.3 USO DA TERRA E A SÍNDROME CARDIOPULMONAR POR HANTAVÍRUS.....	30
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>33</b>
4.1 ÁREA DE ESTUDO .....	33
4.2 FONTES DE INFORMAÇÃO .....	34
4.2.1 Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus: critérios de confirmação de casos.....	34
4.2.2 Identificação dos Locais Prováveis de Infecção (LPI).....	35
4.2.3 Seleção das variáveis dos grandes usos da terra .....	35
4.2.4 Seleção dos municípios para análise da relação entre as variáveis dos grandes usos da terra e casos da síndrome cardiopulmonar por hantavírus .....	37
4.3 ORGANIZAÇÃO DOS DADOS.....	37
4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	39
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>39</b>
5.1 DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA SÍNDROME CARDIOPULMONAR POR HANTAVÍRUS .....	39
5.2 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS GRANDES USOS DA TERRA .....	51
5.3 ANÁLISE DA ASSOCIAÇÃO DA SÍNDROME CARDIOPULMONAR POR HANTAVÍRUS E OS GRANDES USOS DA TERRA PELA ANÁLISE MULTIVARIADA DOS COMPONENTES PRINCIPAIS .....	70
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>74</b>
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>74</b>
<b>8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>75</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Número de casos notificados da Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus em mesorregiões de Minas Gerais, 1998 a 2007 .....	40
Tabela 2	Número de casos confirmados da Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus em mesorregiões de Minas Gerais, 1998 a 2007 .....	40

Tabela 3	Número de casos notificados da Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus em municípios de Minas Gerais de 1998 a 2007.....	41
Tabela 4	Número de casos confirmados da Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus em municípios de Minas Gerais, 1998 a 2007.....	43
Tabela 5	Razão de chance de municípios das mesorregiões de Minas Gerais que apresentaram conglomerados de Locais Prováveis de Infecção de casos confirmados de Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus .....	50
Tabela 6	Número e percentual de municípios das mesorregiões de Minas Gerais de acordo com a concentração muito forte e forte de área plantada e produção de milho em tonelada, 1995-96 e 2006 .....	56
Tabela 7	Número e percentual de municípios das mesorregiões de Minas Gerais de acordo com a concentração muito forte e forte de área plantada e produção de cana-de-açúcar em tonelada, 1995-96 e 2006.....	57
Tabela 8	Número e percentual de municípios das mesorregiões de Minas Gerais de acordo com a concentração muito forte e forte de área plantada e produção de arroz em tonelada, 1995-96 e 2006 .....	58
Tabela 9	Número e percentual de municípios das mesorregiões de Minas Gerais de acordo com a concentração muito forte de área plantada e produção de feijão em tonelada, 1995-96 e 2006 .....	59
Tabela 10	Média e desvio padrão das variáveis do uso da terra de 1995-96 e 2006, em Minas Gerais e dos casos de Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus, 1998 a 2007.....	70
Tabela 11	Valor da inércia na análise multivariada de componentes principais dos casos da Síndrome Cardiopulmonar por Hantavirus, 1998 a 2007, e das variáveis dos grandes usos da terra, 1995-96 e 2006 .....	70
Tabela 12	Resultados da análise multivariada de componentes principais dos casos da Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus de 1998 a 2007, e das variáveis do uso da terra de 1995-96 e 2006, em Minas Gerais.....	71

---

**LISTA DE FIGURAS**

---

Figura 1	Localização do Estado de Minas Gerais .....	33
Figura 2	Municípios de Minas Gerais com casos notificados da Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus, 1998 a 2002.....	42
Figura 3	Municípios de Minas Gerais com casos notificados da Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus, 2003 a 2007.....	42
Figura 4	Municípios de Minas Gerais com casos notificados da Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus, 1998 a 2007.....	43
Figura 5	Municípios de Minas Gerais de infecção de casos confirmados da Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus, 1998 a 2002.....	44
Figura 6	Municípios de Minas Gerais de infecção de casos confirmados da Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus, 2003 a 2007.....	45
Figura 7	Municípios de Minas Gerais de infecção de casos confirmados da Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus, 1998 a 2007.....	45
Figura 8	Casos confirmados da Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus, em Minas Gerais, segundo o mês do início dos sintomas, 1998 a 2007 .....	46
Figura 9	Locais Prováveis de Infecção de casos confirmados da Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus em Minas Gerais, de 1998 a 2007 .....	48
Figura 10	Conglomerados de Locais Prováveis de Infecção de casos confirmados da Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus em Minas Gerais, 1998 a 2007 .....	49
Figura 11	Distribuição das áreas de lavoura permanente em Minas Gerais, 1995-96 ...	52
Figura 12	Distribuição das áreas de lavoura permanente em Minas Gerais, 2006.....	52
Figura 13	Distribuição das áreas de lavoura temporária em Minas Gerais, 1995-96 .....	54
Figura 14	Distribuição das áreas de lavoura temporária em Minas Gerais, 2006.....	54

Figura 15	Distribuição das áreas de pastagem natural em Minas Gerais, 1995-96.....	60
Figura 16	Distribuição da área de pastagem natural em Minas Gerais, 2006 .....	61
Figura 17	Distribuição da área de pastagem plantada em Minas Gerais, 1995-96 .....	62
Figura 18	Distribuição das áreas de pastagem plantada em Minas Gerais, 2006 .....	63
Figura 19	Distribuição das áreas de floresta natural em Minas Gerais, 1995-96.....	64
Figura 20	Distribuição das áreas de floresta natural em Minas Gerais, 2006 .....	65
Figura 21	Distribuição da área de floresta plantada em Minas Gerais, 1995-96 .....	66
Figura 22	Distribuição da área de floresta plantada em Minas Gerais, 2006.....	66
Figura 23	Distribuição da área de terra inaproveitável em Minas Gerais, 1995-96 .....	68
Figura 24	Distribuição da área de terra inaproveitável em Minas Gerais, 2006.....	69
Figura 25	Relação de caso da Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus de 1998 a 2007 e das variáveis do uso da terra de 1995-96 e 2006 em Minas Gerais...	72

---

## LISTA DE SIGLAS

ABRAF	Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas
ARA	<i>Araraquara</i>
ASIFLOR	Associação de Siderúrgicas para Fomento Florestal
BDMG	Banco do Desenvolvimento de Minas Gerais
CDC	Centers for Diseases Controls and Prevention
CETEC	Centro Tecnológico de Minas Gerais
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
DATASUS	Departamento de Informática do SUS
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
FHSR	Febre Hemorrágica por Síndrome Renal
FISET	Incentivos fiscais para reflorestamento
FUNED	Fundação Ezequiel Dias
GPS	Sistema de Posicionamento Global
GRS	Gerência Regional de Saúde
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
IBDF	Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEC	Instituto Evandro Chagas
IEF	Instituto Estadual de Florestas
IGA	Instituto de Geociências Aplicadas
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
LPI	Local Provável de Infecção
MAPA	Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MS	Ministério da Saúde
NE	Nefropatia Epidêmica
PDR	Plano Diretor Regional
PLANORTE	Plano de Desenvolvimento Integrado do Noroeste Mineiro
PND	Programa Nacional de Desenvolvimento
PNF	Programa Nacional de Florestas
POCENTRO	Programa para o Desenvolvimento dos Cerrados
PROÁLCOOL	Programa Nacional do Alcool
PRODECER	Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para Desenvolvimento dos Cerrados
PROFLORA	Programa de Plantio Comercial de Florestas
RT-PCR	Reação em Cadeia da Polimerase com transcrição reversa
SCPH	Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus
SEAPA	Secretaria Estadual de Pecuária e Abastecimento
SES	Secretaria de Estado de Saúde
SINAN	Sistema de Informação de Agravos de Notificação
SMS	Secretaria Municipal de Saúde
SNV	Vírus <i>Sin Nombre</i>
SRS	Superintendência Regional de Saúde
SVS	Secretaria de Vigilância em Saúde
URS	Unidade Regional de Saúde

## RESUMO

Analisou-se a distribuição espaço-temporal da Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus (SCPH) e sua relação com variáveis dos grandes usos da terra em Minas Gerais. Dados secundários de casos de SCPH entre 1998 e 2007, SINAN, tiveram maior ocorrência entre março a agosto, 148 casos (76,7%). Identificaram-se 41 municípios com casos confirmados, com destaque para mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, 130 casos (67,36%). Identificaram-se três conglomerados de LPI (Satscan 7.0), 1998 a 2002 ( $p=0,000059$ ), 2003 ( $p=0,020$ ) e 2007 ( $p=0,0018$ ). Observou-se reclassificação da área plantada; aumento da área de lavouras e diminuição da área de pastagens e florestas plantadas, nas variáveis da terra, Censos Agropecuários de 1995-96 e 2006. Na análise da relação da SCPH e as variáveis do uso da terra, foram elencados 41 municípios das mesorregiões Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Central, Sul/Sudoeste e Oeste de Minas e das Superintendências Regionais de Saúde de Alfenas, Divinópolis, Patos de Minas, Passos, Uberaba e Uberlândia. Pela análise multivariada de componentes principais (ACP), Stata 12.0, foram analisadas as variáveis dos grandes usos da terra (1995-96 e 2006) e a SCPH. Ocorreu maior associação dos casos de SCPH com pastagem plantada e floresta natural, sendo que as culturas de milho, feijão, cana-de-açúcar e arroz também possuem associação, porém menos significante. Dentre essas culturas, a cultura de arroz é a mais associada ao aparecimento de casos de SCPH. Os grandes usos da terra são relevantes na distribuição espaço-temporal da SCPH em Minas Gerais.

Palavras-Chave: epidemiologia, Síndrome cardiopulmonar por hantavírus, distribuição espaço-temporal, uso da terra.

## ABSTRACT

Analyzed the spatial and temporal distribution of Hantavirus Cardiopulmonary Syndrome (HCPS) and its relationship with the major land uses variables in the state of Minas Gerais. Secondary data from HCPS human cases from 1998 to 2007, SINAN, occurred with the highest concentration between the months of March and August, 148 cases (76.7%). We identified 41 municipalities in the Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, 130 cases (67.36%), Sul/Sudoeste, 44 cases (22.8%), Oeste, 10 cases (5.2%) and Central de Minas, 3 cases (1.6%) mesoregions. Three clusters of PSI were identified by Satscan 7.0 from 1998 to 2002 ( $p = 0.000059$ ), 2003 ( $p = 0.020$ ) and 2007 ( $p = 0.0018$ ). There was reclassification of the area planted, increasing the area of crops and decreasing the area of pastures and planted forests, the variables of the land, Agricultural Census of 1995-96 and 2006. The source of information used to analyze the distribution of land occupation according to the major land uses variables in Minas Gerais were the 1995-96 and 2006 Agricultural Census. The major land uses variables listed in this study were permanent crops, temporary crops, planted pasture, natural pasture, natural forest, planted forest and unusable land. The study area comprised 41 municipalities of Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Central Mineira, Sul/Sudoeste de Minas and Oeste de Minas mesoregions and Alfenas, Divinópolis, Patos de Minas, Passos, Uberaba and Uberlândia Regional Health Services (RHS). For the analysis principal component (ACP), Stata 12.0, variables were analyzed for major land uses (1995-96 and 2006) and HCPS. There was a higher association of cases of SCPH pasture planted and natural forests, and crops of corn, beans, sugar cane and rice also have an association, but less significant. Among these cultures, rice is the mission associated with the appearance of cases of SCPH. By the analysis of spatial and temporal distribution of HCPS cases it was concluded that major land uses are relevant factors of HCPS spatial and temporal distribution in Minas Gerais.

Key words: Epidemiology, hantavirus cardiopulmonary syndrome, spatial and temporal distribution, land use.

## 1. INTRODUÇÃO

As hantaviruses são antropozoonoses cosmopolitas, consideradas doenças emergentes, cujos agentes etiológicos são vírus da família *Bunyaviridae*, gênero *hantavirus*. São infecções que apresentam distribuição mundial e constituem importante problema de saúde pública na Ásia e Europa. Nestas regiões, os hantavírus causam a enfermidade denominada febre hemorrágica com síndrome renal (FHSR). Identificada inicialmente em 1951, na guerra da Coreia, associada a quadros febris agudos com manifestações hemorrágicas e comprometimento renal (Lee *et al.*, 1978; Schmaljohn e Hjelle, 1997; Ferreira, 2003; Mir, 2010).

Em 1993, descreveu-se nos Estados Unidos da América, na região de *Four Corners*, uma nova síndrome clínica causada por esses vírus, com características clínicas diferentes da FHSR, com acometimento do trato respiratório e letalidade de 50%, denominada Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus (SCPH). Passou a ser reconhecida em diversos países das Américas, em especial o Brasil (CDC, 1993; Ferreira, 2003; Jonsson *et al.*, 2010).

Essas enfermidades possuem associação específica com seus reservatórios, roedores da família *Muridae*, subfamílias *Murinae* e *Arcolinae*, que transmitem a FHSR e subfamília *Sigmondontinae*, transmissores da SCPH, que transmitem o vírus pela urina, fezes e saliva (Young *et al.*, 1998; Baró *et al.*, 1999; Brasil, 2009). A transmissão da enfermidade ao homem ocorre pela inalação de aerossóis com partículas virais formadas a partir daquelas excretadas principalmente em locais fechados e cobertos, livres de exposição aos raios ultravioletas do sol e sem corrente de ar (Mills e Childs, 1998; Brasil, 2009; Pereira, 2006; Mir, 2010).

Os primeiros relatos de casos humanos da síndrome cardiopulmonar por hantavírus (SCPH) ocorreram no Brasil em dezembro de 1993, na área rural de Juquitiba no Vale

do Ribeira, em São Paulo (Silva *et al.*, 1997).

Em Minas Gerais, os primeiros casos confirmados autóctones ocorreram em 1998 (Ferreira *et al.*, 2000). Desde o primeiro caso em Minas Gerais, a ocorrência de casos de SCPH tem sido concentrada em quatro mesorregiões: Triângulo/Alto Paranaíba, Sudoeste de Minas, Central Mineira e Oeste de Minas.

Desde o relato dos primeiros casos no Brasil, 1011 casos humanos de SCPH foram notificados até dezembro de 2007, com a taxa média de letalidade de 38%. Tem-se identificação de casos em todas as regiões do País, sendo que as regiões que apresentam maior frequência de casos são a região Sul com 40% (405 casos), Sudeste com 30% (304 casos) e Centro Oeste com 21% (213 casos) respectivamente. Até dezembro de 2007 foram notificados, em Minas Gerais, 193 casos autóctones, correspondendo a 19% de notificação do País (SVS, 2012).

O sistema de vigilância da SCPH no Brasil é complexo, implicando uma investigação de fatores ecológicos e ambientais em nível de extrema necessidade, para melhor conhecimento da doença. A implementação de ações de capacitação de profissionais de saúde no desenvolvimento de suas atividades de vigilância, com enfoque na melhora da investigação de casos suspeitos em todas suas etapas e a identificação e definição de fontes de referência para a notificação, são fundamentais para uma melhora na sensibilidade da notificação da enfermidade (Santos e Garrett, 2005).

A transmissão da doença ao homem está associada a ambientes silvestres e rurais nos quais os roedores da subfamília *Sigmondontinae*, reservatórios da SCPH, estão presentes. Além disso, são espécies que se adaptam a diversas formações de vegetação, nativas ou agrícolas, remanescentes da expansão das cidades (Young *et al.*, 1998; Pereira, 2006 e Mir, 2010). Em Minas Gerais, na região de Cerrado, o roedor *Necromys lasiurus* possui

a maior prevalência da infecção por hantavírus e está associado ao vírus *Araraquara* (Suzuki *et al.*, 2004).

As populações de roedores silvestres ocorrem em equilíbrio, no entanto, considerando-se diversas ações antrópicas, ou fenômenos naturais, é possível imaginar situações onde essas populações possam ser favorecidas, ocasionando seu incremento. Fenômenos naturais como a floração cíclica de espécies de taquaras nativas, também disponibilizam uma grande oferta de alimentos aos roedores silvestres, levando à sua superpopulação (Pereira, 2006; Olsson *et al.*, 2009; Clement *et al.*, 2009). Além desses, fenômenos ambientais que causam variações climáticas, como o “*El Niño*”, inundações e desmatamentos alteram a dinâmica da população de roedores silvestres e, conseqüentemente, no aparecimento de casos humanos de hantavirose (Glass *et al.*, 2000; Nichol *et al.*, 2000; Gubler *et al.*, 2001).

Além de fatores naturais descritos acima, as atividades agrícolas também influenciam na transmissão do *hantavírus* ao homem. Essas atividades possuem associação com encontro de roedores ou suas excretas, constituindo-se principais fatores de risco para as infecções por *hantavírus* (Pereira *et al.*, 1999). Alterações na vegetação natural, promovidas pelo homem, que introduz plantas de interesse comercial como milho, soja, trigo, sorgo, aveia, capim braquiária, cana-de-açúcar ou mandioca, constituem uma nova fonte de alimentação aos roedores silvestres, propiciando o rápido aumento populacional destes nas áreas ocupadas pelo homem, o que favorece o aparecimento esporádico de casos novos ou em situações extremas, grandes epidemias por *hantavirus* (Pereira, 2006; Koch *et al.*, 2007).

Além disso, o avanço das atividades agrícolas nas áreas naturais proporciona contato entre as populações humanas e seus animais domésticos com as populações de animais silvestres, no seu habitat natural. Isto ocasiona mudanças na regularidade de alimentação desses animais e, conseqüentemente, na taxa de

reprodução e densidade populacional do reservatório, o que facilita a disseminação de agentes infecciosos e parasitários para os novos hospedeiros e ambientes. (Henkes e Barcellos, 2004; Carvalho *et al.*, 2009; Jonsson *et al.*, 2010).

Assim, fatores ambientais, principalmente os agrícolas, podem estar envolvidos na determinação da emergência e reemergência de doenças infecciosas, entre elas a SCPH. Mudanças no habitat de roedores podem ser causadas por desmatamento e atividades agrícolas extensivas, que favorecem espécies nativas ou oportunistas, dentre elas, reservatórios de hantavíroses (Jonsson *et al.*, 2010).

As atividades agrícolas possuem relevância nas áreas de Cerrado em Minas Gerais. Estas áreas são aptas às condições climáticas favoráveis, associando-se aos preços relativos das terras e ao crescimento da infraestrutura de apoio à produção. Esse movimento de expansão das atividades agrícolas neste bioma tem sido observado desde a década de 1970, e persiste até os dias atuais em Minas Gerais, nas mesorregiões do Triângulo/Alto Paranaíba e Noroeste, liderando as cadeias produtivas mais relevantes do Estado, principalmente a produção de grãos (BDMG, 2002). Associado a isso, no período de 1996 a 2006 ocorreu, nestas mesorregiões, um incremento na sua composição tecnológica (Alcantara *et al.*, 2009).

São mesorregiões do estado de Minas Gerais que concentram a maior parte da produção agrícola, possuem maior potencial de mercado e grande expansão de produção da monocultura voltada à exportação, somado ao interesse de grandes grupos empresariais do setor que contribuem para ampliação e modernização da agricultura mineira (Alcantara *et al.*, 2009; Bastos e Gomes, 2010).

A expansão da agricultura nestas áreas, onde há predominância da vegetação natural de Cerrado, leva a graves modificações no meio ambiente e a uma conseqüente diminuição da diversidade ambiental. Essas modificações, além de

proporcionarem excesso de alimentos para os roedores em períodos em que, naturalmente estariam escassos, levam a uma influência na composição da população destes (Pereira *et al.*, 1999). Além disso, essa modificação do ambiente natural com a plantação de uma vegetação composta de grãos e capim braquiária, com uma melhor adaptação de espécies de roedores, dentre eles o *Necromys lasiurus* a este habitat; associado a isso, a forma de exposição ao risco da população ao *hantavirus* ocorre pelas técnicas de colheita e armazenamento de grãos (Pereira, 2006; Donalísio *et al.*, 2008).

A dinâmica dos grandes usos da terra no Cerrado mineiro, relacionada à ocorrência da SCPH, necessita de mais estudos, principalmente no sentido de se compreender a relação entre os grandes usos da terra no ambiente rural e essa enfermidade, em Minas Gerais.

Com isso, como hipótese considera-se que a relação entre a ocorrência do aparecimento de casos de SCPH e as transformações nos grandes usos da ocupação de terra em Minas Gerais, explicaria a emergência e distribuição dessa zoonose nas mesorregiões do Triângulo/Alto Paranaíba, Sul/Sudoeste de Minas, Oeste de Minas e Central Mineira.

## 2. OBJETIVOS

- ✓ Analisar a frequência e a distribuição espacial dos casos humanos de SCPH, em Minas Gerais, de 1998 a 2007.
- ✓ Analisar a distribuição espacial dos grandes usos da terra em Minas Gerais, em 1995-96 e 2006.
- ✓ Analisar a relação entre a ocorrência dos casos de SCPH e os grandes usos da terra.

## 3. LITERATURA CONSULTADA

### 3.1 EPIDEMIOLOGIA DAS HANTAVIROSES

As Hantavíroses pertencem à família *Bunyviridae*, gênero *Hantavirus*; causam a

Febre Hemorrágica com Síndrome Renal (FHSR) e a Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus (SCPH). Essas viroses têm sido relatadas, sorológica e filogeneticamente, como viroses RNA de roedores detectadas nas Américas, Ásia e Europa. São conhecidas desde a ocorrência de 3.200 casos de febre hemorrágica no princípio da década de 50, entre as tropas americanas que participavam da guerra da Coreia (Schmaljohn e Hjelle, 1997; Ferreira, 2003; Mir, 2010).

A Febre Hemorrágica com Síndrome Renal emergiu em 1951, na Eurásia, envolvendo roedores da subfamília *Murinae*, ligados aos vírus *Hantaan*, *Dobrava*, *Saaremaa*, *Seoul* e *Thailand* e roedores da subfamília *Arcolinae*, associados ao vírus *Puumala*, *Prospect Hills*. Os vírus *Hantaan* e *Dobrava* causam FHSR severa; *Puumala* e *Seoul* provocam a forma mais branda da FHSR. Roedores da família *Muridae* estão associados a severas formas da FHSR na Ásia e Balkans pelo vírus *Hantann*, *Dobrava* e *Seoul*. O vírus *Hantann* tem causado aproximadamente de 50 a 100.000 infecções, por ano, na China. Roedores da família *Arvicolinae* associam-se à nefropatia epidêmica causada pelo vírus *Puumala* (Schmaljohn e Hjelle, 1997; Ferreira, 2003; Pereira, 2006; Mir, 2010).

Posteriormente, os primeiros isolamentos do vírus foram confirmados por Lee *et al.* (1978), ao pesquisarem a reação entre os tecidos de pulmão de 73 roedores (*Apodemus agrarius coreae*) e soros de pacientes convalescentes de Febre Hemorrágica Coreana, no ano de 1976. Identificaram o período de incubação da enfermidade em torno de 13 a 27 dias, seu agente causador, o vírus *hantaan*, e o reservatório primário, o roedor silvestre *Apodemus agrarius coreae*.

Em maio de 1993, os primeiros casos da Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus (SCPH) nas Américas foram relatados por Centers for Diseases Controls and Prevention (CDC, 1993), nos Estados Unidos da América. Esse relato de casos e uma série de mortes inexplicáveis por pneumopatia fulminante entre a população indígena,

ocorreu na região de *Four Corners* (interseção dos estados norte-americanos do Novo México, Arizona, Colorado e Utah). Apresentava características clínicas de sinais e sintomas de febre, mialgias, dor de cabeça e tosse, seguida de uma rápida deficiência respiratória (CDC, 1993; Mir, 2010; Jonsson *et al.*, 2010).

CDC (1993) através da investigação epidemiológica e laboratorial dos casos permitiu-se identificar a etiologia da doença, que resultou em uma espécie de hantavirus desconhecida até o momento, a qual se denominou *Virus Sin Nombre* (SNV). Até então, associada no mundo às febres hemorrágicas com síndrome renal, revelou-se que o vírus podia ser um novo hantavírus. A enfermidade que alcançava mais de 52% de letalidade foi denominada posteriormente de Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus; foi isolado no Instituto Médico do Exército americano, de espécimes de pacientes do Novo México e roedores da Califórnia. O principal roedor envolvido foi *Peromyscus maniculatus*, capturado próximo às residências dos pacientes e que, após pesquisa de detecção genética através de fragmentos de DNA específicos para hantavírus, de RNA, teve observada a presença do vírus.

No mês de dezembro de 1993, Silva *et al.* (1997) relataram a descoberta da SCPH, pela primeira vez, na América do Sul, por meio da confirmação de três pessoas com sintomas da doença, que moravam na área rural do Vale do Ribeira, Juquitiba, estado de São Paulo, Brasil. Dois pacientes evoluíram para óbito, por doença respiratória aguda. O diagnóstico laboratorial e clínico epidemiológico destes casos confirmou infecção recente por *hantavirus*. Os pacientes residiam na região da floresta atlântica, onde estava ocorrendo desmatamentos. Evidencia-se o primeiro surto conhecido como SCPH, no Brasil.

Em 1998, foram notificados os primeiros casos de SCPH em Minas Gerais. A notificação ocorreu no município de Uberlândia, sendo que o provável local de infecção de um dos casos deu-se no município de Santa Juliana, sendo que, do

outro caso, não foi possível identificar o local provável de infecção (LPI) (Ferreira *et al.*, 2000).

As hantavíroses estão associadas à presença do roedor da família *Muridae*; a FHSR está associada aos roedores da família, subfamília *Murinae* e *Arcovilinae*, e a SCPH está associada a roedores da subfamília *Sigmondontinae* (Schmaljohn e Hjelle, 1997; Mir, 2010). A maioria das espécies da subfamília *Murinae* é endêmica na Eurásia, com exceção das espécies *Rattus norvegicus*, *Rattus rattus* e *Mus musculus*, que foram introduzidas no Novo Mundo pelos colonizadores europeus. Os roedores da subfamília *Arcovilinae* vivem principalmente em ambientes silvestres. Os roedores da subfamília *Sigmondontinae* são os reservatórios da SCPH (Young *et al.*, 1998; Pereira, 2006 e Mir, 2010).

A distribuição viral pode acontecer em toda a área de ocorrência da espécie reservatória ou pode ser restrita a uma pequena porção geográfica. Cada hantavírus se associa a uma única espécie de hospedeiro, desta forma possibilitando a distribuição de uma espécie de roedor restrito à ocorrência de seu hantavírus específico, dando apoio à teoria da co-evolução entre vírus e seus reservatórios, conforme Mills e Childs, (1998).

Por outro lado, Young *et al.* (1998) relatam que os padrões de associação entre o vírus e seu hospedeiro envolvem vários fatores, a saber: a associação do vírus a uma espécie de roedor da família *Muridae*; a infecção no hospedeiro, crônica e assintomática, no decorrer de muito tempo, e a disseminação do vírus no meio ambiente através da urina, fezes e saliva.

Baró *et al.* (1999) também concordam que existe uma associação específica entre os reservatórios animais com os hantavírus. Uma espécie de vírus infecta exclusivamente uma só espécie de roedor em processos de evolução conjunta, daí sendo difícil a explicação da adaptação do vírus em um hospedeiro diferente, salvo de forma acidental e ou transitória. As afinidades estreita e específica do vírus com

seu hospedeiro determina muitas propriedades clínicas e epidemiológicas da enfermidade. No continente da Eurásia encontram-se os hantavírus que causam a enfermidade renal e, por outro lado, nas Américas, têm-se descoberto os vírus que produzem manifestações pulmonares.

Enria e Lewis (2004) ratificam a associação entre os reservatórios e vírus e concluem que isto contribui para a circulação dos diferentes hantavírus em distintos continentes e sua coexistência nas mesmas regiões geográficas, bem como para o agrupamento genético nas variantes genéticas. A distribuição geográfica das enfermidades se relaciona à distribuição dos vírus que, por sua vez, relaciona-se com a distribuição das espécies que atuam como reservatórios.

Entretanto, os limites geográficos da infecção pelo patógeno na população de reservatórios podem ser dinâmicos. Conforme Mills e Childs (1998), a prevalência da infecção em população de reservatórios pode ser alta em algumas localidades, e muito baixa à ausente, até para locais próximos. Sabe-se que patógenos periodicamente se tornam extintos no local da população de reservatórios, sendo reintroduzidos mais tarde por uma nova população. A dinâmica e fatores que controlam esses processos são pouco conhecidos. A extensa área geográfica na qual o hospedeiro pode ser encontrado indica que essa pode ser endêmica para a doença no homem. Em alguns casos, as distribuições de hospedeiros e patógenos são coincidentes.

A relação genética do novo tipo de vírus e a infecção dos pacientes e roedores capturados nas áreas de casos humanos foi realizada também por Nichol *et al.* (1993). Estes associaram os estudos sorológicos que sugeriam o envolvimento da hantavirose com a virose RNA, que ocorria em roedores silvestres, até então associada às febres hemorrágicas. Foi realizada a detecção genética de fragmentos de DNA específicos para hantavírus extraídos de tecidos de pacientes e do roedor *Peromyscus maniculatus*, capturados

próximos à residência dos pacientes. Em seguida analisou-se a sequência de nucleotídeos, que revelou que o vírus era um novo hantavírus condicionado a uma ligação genética direta entre a infecção de pacientes e roedores.

Childs *et al.* (1994) também identificaram, sorológica e geneticamente, o *Peromyscus maniculatus* como o roedor reservatório primário para o novo hantavírus no sudoeste americano. Avaliaram-no através de fragmentos de RNA do vírus proveniente de tecidos dos roedores, *Peromyscus maniculatus*, capturados no Arizona, Novo México e Colorado, onde ocorreram casos humanos da enfermidade. Mais de 96% desses roedores foram positivos para RT-PCR, sugerindo uma infecção crônica. A prevalência de anticorpos foi similar entre esses roedores capturados no Arizona (33%), Novo México (29%) e Colorado (29%). Ocorreu uma concordância de 45% entre o RT – PCR com a sorologia desses roedores.

Netski *et al.* (1999) estudaram o mecanismo da infecção do hantavírus *Sin Nombre* (SNV) no roedor reservatório primário, *Peromyscus maniculatus*, pela técnica de ELISA, em vísceras dos roedores, por manifestações clínicas, e histopatológicas. Sugere-se que o roedor *P. maniculatus* é mais persistente à infecção pelo vírus SNV do que outros reservatórios de hantavírus, o que concorda com a teoria da especificidade patógeno-hospedeiro.

Além da identificação do roedor *Peromyscus maniculatus* como reservatório primário do vírus *Sin Nombre*, foram descobertos o vírus *Bayou*, relacionado ao roedor *Oryzotnys palustris*, presente em Lousiana, Texas; o vírus *Black Creek Canal*, onde o hospedeiro é o *Sigmodon hispidus* na Flórida e o vírus *New York-1*, encontrado no roedor *P. leucopus* em Nova York. Múltiplos patógenos têm sido identificados na América do Sul em epidemias por SCPH (Argentina, Brasil, Paraguai, Chile, Bolívia e Uruguai). A maioria das infecções ocorreu no meio rural (Young *et al.*, 1998).

Em março de 1995, na cidade de El Bolson, na Argentina, ocorreu um surto da síndrome pulmonar por hantavírus causado pelo vírus *Andes*. A transmissão desse vírus ocorreu entre as pessoas acometidas, sendo muito mais eficaz pela saliva e seus aerossóis do que pelas fezes e urina. O hospedeiro principal foi identificado como o roedor *Oligoryzomys longicaudatus* (Young *et al.*, 1998; Padula *et al.*, 2004).

No Brasil, Pereira (2006) verificou a existência de dois hantavírus distintos, associados a duas espécies de roedores, uma no Cerrado (*Necromys lasiurus*) e outra na Mata Atlântica (*Oligoryzomys nigripes*). Foi observada sazonalidade na hantavirose, e encontrada uma prevalência maior da infecção por hantavírus entre roedores no Cerrado brasileiro - com picos no inverno e, na Mata Atlântica, com picos na primavera.

Souza *et al.* (2002), identificaram a espécie *Necromys lasiurus* como a predominante no Cerrado em São Paulo e Minas Gerais, com o maior índice de captura (44%) quando comparado a outras espécies e de prevalência de anticorpos entre espécies de Cerrado (11%), enquanto, na Mata Atlântica, *Akodon sp* foi a espécie mais capturada (45%); já o *Oligoryzomys nigripes* apresentou mais intensa soropositividade (8%) nas regiões de Mata Atlântica, em São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina.

Suzuki *et al.* (2004) também relatam a presença do *Necromys lasiurus* no Bioma Cerrado e acrescentam sua associação com o vírus *Araraquara*. Os autores descreveram a análise genética de amostras de pacientes de hantavírus nos estados do sul e sudeste do Brasil, e de roedores capturados nos locais prováveis de infecção dos casos humanos. A espécie mais abundante foi *Necromys lasiurus* (44%) e também com a maior prevalência de anticorpos para hantavírus (11%). Estes dados auxiliam para determinar a relação entre *N. lasiurus* na transmissão do vírus ARA para os humanos. Este vírus foi identificado em seis amostras de sangue e soro de pacientes com SCPH, nos municípios mineiros de Patrocínio, Uberaba, Araxá e Passos.

Em Minas Gerais, no Cerrado, uma das principais formas de vegetação apresenta, em sua fauna, roedores adaptados a uma forma de alimentação principalmente herbívora (*Calomys*, *Necromys*, *Akodon*). Algumas espécies apresentam adaptações à vida semi-fossorial (*Necromys lasiurus*), enquanto outras espécies apresentam adaptações à vida arbórea e entre pedras (*Oligoryzomys* e *Rhipidomys*) (Pereira, 2006).

No Maranhão, através de sequenciamento genético, Rosa *et al.* (2005) identificaram dois tipos de vírus *Rio Mamoré* e *Anajuba*, e seus respectivos roedores reservatórios, *Hochilus sciureus* e *Oligoryzomys fornesi*, respectivamente. Conforme Jonsson *et al.* (2010) e Mir (2010) há identificação de 21 espécies de hantavírus responsáveis pela ocorrência das hantavirose no homem e seus respectivos roedores reservatórios no mundo. Além disso, estudos têm sido realizados em muitos países, principalmente onde não se conhece a presença da hantavirose, como na Índia e em países da África.

A doença causada por *hantavirus* na forma clínica da Síndrome Cardiopulmonar pode se manifestar desde uma síndrome gripal, cujo diagnóstico é baseado, fundamentalmente, nos aspectos epidemiológicos, até quadros mais característicos, como as febres hemorrágicas com síndrome renal e síndrome cardiopulmonar. Apresenta período de incubação em média de 14 dias, variando de quatro a 60 dias e, em sua forma clássica, evolui em quatro fases distintas: febril ou prodrômica, cardiopulmonar, diurética e convalescença (Brasil, 2009).

A transmissão da enfermidade ocorre pela inalação de aerossóis com partículas virais formadas a partir de excretas de roedores, os quais eliminam o vírus da saliva, urina e fezes, sendo o homem um hospedeiro acidental. A infectividade aumenta quando essas excretas são eliminadas em locais fechados e cobertos, livres de exposição aos raios ultravioletas e sem corrente de ar

(Mills e Childs, 1998; Brasil, 2009; Pereira, 2006; Mir, 2010).

O meio ambiente exerce importância no aparecimento das doenças emergentes e reemergentes, dentre elas a hantavirose. As constantes mudanças globais e locais no meio ambiente, associadas a uma capacidade de adaptação das viroses RNA em seu material genético no meio modificado, como a variação genética do vírus, pode ter papel importante na influência do aparecimento das doenças emergentes. Além destes, advêm demais fatores, tais como mudanças nos padrões do tempo (*El Niño*), desmatamentos os quais afetam a distribuição de espécies silvestres do hospedeiro, e a abundância do vírus ou do hospedeiro (Nichol *et al.*, 2000).

Gubler *et al.* (2001) também relataram que a combinação entre o aumento de chuvas fora do esperado, seguido de períodos secos, leva a um rápido crescimento e diminuição da população de roedores com associação com o número de surtos de hantavirose.

Glass *et al.* (2000) observaram que fatores climáticos como o *El Niño*, ocorrido no período de 1992-1993, nos Estados Unidos da América, contribuiu para o aparecimento de enfermidades como a hantavirose. Foi observada uma forte associação entre o risco de ocorrer casos de hantavírus nos humanos no ano de 1993 e as condições ambientais, associadas à mudança na população de roedores silvestres.

Conforme Baró *et al.* (1999) a análise da relação da distribuição de roedores, variáveis ambientais e demográficas e os casos de SCPH comprovaram que a distribuição espacial e temporal dos casos estão fortemente agregadas. As interações espaço-temporal parecem ser mais fortemente relacionadas à sazonalidade e à existência de condições ecológicas particulares do que pela transmissão epidêmica da enfermidade. As variações temporais e a incidência da enfermidade se correlacionam às variações na densidade da população de roedores e sua interseção com os humanos. Isto é influenciado pelos fatores climáticos.

Conforme Pereira (2006), as populações de roedores silvestres ocorrem em equilíbrio; no entanto, considerando-se diversas ações antrópicas, ou fenômenos naturais, é possível haver situações em que essas populações possam ser favorecidas, ocasionando aumento da população.

Em Azuero, Panamá, a transformação da paisagem pelas atividades agrícolas levou a uma diminuição da diversidade na fauna e flora neste ambiente, e a um aumento da prevalência de casos de hantavirose (Suzán *et al.*, 2009).

Na Região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, Limongi *et al.* (2007) realizaram um estudo epidemiológico dos casos confirmados para SCPH, no período de 1998 a 2005. O grupo etário de maior concentração dos casos se deu entre 20 e 49 anos, representado por 18 casos (78%). Ocorreu a predominância para o sexo masculino, 15 casos (65%) e a maioria dos casos, entre os meses de maio a julho.

Padrões sazonais de ocorrência de casos também foram relatados por Busch *et al.* (2004) que analisaram a distribuição de casos de SCPH, no período de 1998 a 2000, em Buenos Aires (Argentina). Foram observadas maiores taxas de casos novos nos meses de verão e primavera, podendo ocasionar um aumento na probabilidade de interação entre humanos e roedores, devido à densidade da população de reservatórios nesta época do ano.

Fatores associados às atividades do homem no ambiente natural podem levar ao maior contato deste com o roedor reservatório da SCPH, com o consequente surgimento de casos humanos, conforme relatado por Pereira *et al.* (1999). Casos humanos de SCPH no município de Juquitiba (SP) relacionaram-se com a ocorrência de um fenômeno natural conhecido como 'ratada', ou seja, houve um aumento na população de roedores devido a uma maior oferta de alimento natural, causada pela floração e frutificação cíclica de determinadas espécies de taquaras nativas da Mata Atlântica e ao desmatamento recente das áreas para construção de habitações

precárias. O término do ciclo de floração e frutificação das taquaras, associado ao armazenamento de ração para alimentação de animais domésticos, no interior das residências, atraíram grande quantidade de roedores da mata para o interior das residências, trazendo como consequência a infecção dos três casos humanos da região. Os principais roedores responsáveis foram o *Akodon cursor* e o *Oligoryzomys nigripes* (Pereira *et al.*, 1999).

Surtos de Nefropatia Epidêmica (NE), enfermidade causada por hantavírus, presente na Europa e Ásia, foram relatados por Clement *et al.* (2009) na Bélgica, após a floração de árvores decíduas na região. O habitat do roedor *Myodes glareolus* são essas florestas que se misturam com árvores de pinho. O aumento da densidade da população de roedores tem sido frequentemente associado ao aumento da prevalência do vírus *Puumala* nestes roedores, e dos anos de floração da floresta. Desde 1993, cada surto de NE tem sido precedido de um aumento de floração no ano anterior.

Olsson *et al.* (2009) também observou o mesmo na Suécia, onde sucedeu o aumento no número de casos de hantavírus no período de julho de 1989 a 2007, devido ao acréscimo no número de roedores *Myodes glareolus*, reservatório do vírus *Puumala*, causador da NE. Através da análise pela regressão linear, observou-se uma correlação positiva entre a incidência de casos humanos de hantavírus e os índices de captura do roedor no período de 1989 a 2007, e também no período de julho de 2007 a junho de 2008.

As atividades agrícolas, construções inadequadas e crescimento urbano, de forma desordenada, podem também influenciar na dinâmica de transmissão de hantavírus. Dentre estes fatores, as atividades agrícolas, domésticas ou de lazer, que estejam diretamente associadas ao encontro com roedores ou suas excretas, constituem os principais fatores de risco para as infecções por hantavírus. Alterações na vegetação natural, na qual o homem introduz plantas de interesse comercial -

dentre as principais culturas que atuam dessa forma, destacamos milho, soja, trigo, sorgo, aveia, capim braquiária, cana-de-açúcar, mandioca - fornecem uma fonte de predileção para alimentação, propiciando o rápido crescimento populacional de roedores silvestres nas áreas ocupadas pelo homem (Pereira, 2006).

Essas atividades agrícolas que levam à modificação da cobertura da terra, seja por monoculturas intensivas ou de subsistência, associam-se a mudanças na dinâmica ecológica da hantavirose, conforme relatado por Koch *et al.* (2007).

Conforme Busch *et al.* (2004) as variáveis ambientais e demográficas, nas quais a densidade populacional mostrou-se inversamente associada à hantavirose pulmonar, a presença de casos de hantavirose pulmonar está associada ao roedor *Oxymycterus rufus*, plantações de grãos temporárias; características das pessoas que se infectam foram associadas a lazer e ao trabalho em área rural.

Pereira *et al.* (1999) também observaram que mais uma vez o perfil agrícola influenciava na cadeia de transmissão da doença. Nas regiões de Guariba, Tupi Paulista e Nova Guataporanga, no estado de São Paulo, havia extensas lavouras de milho, fator que favoreceu a manutenção da população de roedores silvestres. Periodicamente o alimento esgotava-se, levando os roedores a procurarem alimentos nas residências, tulhas e silos. Destacam-se a utilização, de forma correta, das técnicas de colheitas e armazenamento de grãos, e até do controle de roedores silvestres.

Figueiredo *et al.* (2001) ratificam que a epidemiologia e manifestações clínicas da SCPH estão diretamente relacionadas à presença de roedores silvestres; observaram uma sazonalidade da enfermidade com predomínio de casos nos meses de maio e junho, no final do outono e início do inverno, em Ribeirão Preto, estado de São Paulo.

Silva-Vergara *et al.* (2002) realizaram estudo de caso em oito casos humanos confirmados da SCPH, no município de Uberaba, Minas Gerais, entre abril de 2000 a abril de 2001; o principal risco da ocorrência da contaminação pelo *hantavírus* foi o contato com roedores nas áreas rurais.

Situações que ocasionam um maior contato do homem com os roedores, como a ocupação do espaço rural e produção agrícola, tipo de atividade do trabalho rural, raça e dinâmica do reservatório, bem como sua relação com o vírus podem ter influenciado no aparecimento de casos de SCPH na Argentina - acontecimento também observado em diferentes regiões geográficas (Sosa-Estani *et al.*, 2001).

Conforme relatam Henkes e Barcellos (2004), dos 31 casos ocorridos no Rio Grande do Sul, 91,4% ocorreram na região leste do estado em que predomina área rural, com atividades agrícolas. Concluem que diminuição da área natural e o aumento da atividade agrícola intensiva e policulturas, além das plantações de milho e arroz, têm alterado o habitat dos roedores, disponibilizando alimento em abundância nos locais de plantio e armazenagem de grãos. Os casos ocorreram em maior concentração no período de maio e dezembro.

O aparecimento de casos de SCPH em áreas de vegetação típica de Cerrado, com a notificação do reservatório *Necromys lasiurus*, em São Paulo, recebeu relato por Donalísio *et al.* (2008). Foram observadas áreas de aglomeração de casos de hantavirose com a identificação de 133 locais prováveis de infecção (69,63 % do total de casos confirmados) relacionando-as com as alterações climáticas no Estado - as regiões de Cerrado no noroeste, triângulo e sudoeste do estado.

Nesses locais de Cerrado, a plantação de capim braquiária tem sido um local de manutenção da população de roedores, principalmente o *Necromys lasiurus*. Esse tipo de capim fornece abrigo e alimentação à população destes roedores, pois é uma planta herbácea que produz sementes ricas

em gordura e em água, alimento adequado e abrigo para este roedor que é semifossorial, com comportamento terrestre. Além disso, é um roedor adaptado a ambientes antropizados, já que a presença da braquiária é uma alteração antrópica no ambiente, visto se tratar de uma espécie de gramínea associada ao avanço da pecuária e a existência de sítios e fazendas (Pereira 2006).

Além da presença da SCPH no Cerrado, Pereira (2007) relata que houve surgimento de casos em diversas regiões do Brasil, como o hantavírus *Castelo dos Sonhos* no Pará, cujo roedor reservatório é desconhecido. O vírus *Araraquara* é o principal responsável pela ocorrência de casos de SCPH em regiões do Cerrado de São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso, Goiás e Brasília, onde o principal roedor reservatório é o *Necromys lasiurus*. Nessa região, a maior incidência dos casos ocorreu no inverno e outono. A maioria dos casos ocorre em habitações humanas localizadas próximas de cultura de capim braquiária, milho, cana-de-açúcar, soja, arroz e plantio para reflorestamento.

Ferreira (2003) ressalta que os casos humanos de SCPH identificados em Minas Gerais até aquele ano, na região do Triângulo Mineiro, nas cidades de Uberlândia e Uberaba estão associados ao contato do homem com roedores em áreas rurais ou em áreas periurbanas. O *Necromys lasiurus* é um dos principais roedores transmissores da doença, presentes em Minas Gerais, como também nos estados de São Paulo, Bahia, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

Bredt *et al.* (2008) relataram que, no período de 1954 a 2001, o Distrito Federal perdeu 57,67% de sua cobertura vegetal original, principalmente de cerrado, em consequência do crescimento agrícola e do intenso processo de expansão urbana que, nas últimas décadas, esteve relacionado ao aumento da densidade populacional nos espaços antes considerados suburbanos ou rurais. As modificações na cobertura vegetal original contribuíram para o crescimento da população de roedores silvestres, através

da oferta abundante de alimento e da expulsão dos seus principais predadores. Relatam que no ano de 2004 foram notificados os primeiros casos humanos de SCPH. Dentre 57 casos analisados no período de 2004 a 2007, determinaram-se os locais prováveis de infecção (LPI) de 46 destes. Em 90% dos LPIs, os ambientes apresentavam presença abundante de gramíneas com vegetação remanescente de cerrado.

Conforme Santos (2009), os 57 casos humanos de SCPH que ocorreram em São Sebastião, no Distrito Federal (DF), em 2004 e 2008, tiveram lugar em áreas nas quais o cerrado era compartilhado por inúmeras atividades agrícolas, desde cultivos de morangos por unidades familiares até agricultura mecanizada em larga escala para produção de grãos para exportação - além de expansão de superfícies periurbanas em regiões nativas de cerrado. Percebeu-se que o fator uso da terra foi importante elemento para o incremento dos casos de hantavirose. A realização do mapeamento, através do uso de técnicas de geoprocessamento, permitiu a visualização dos casos de hantavirose em todo o D.F. Dentre 40 LPIs plotados no mapa de cobertura do solo e uso da terra, 19 (47%) ocorreram em áreas de pastagens, 10 (25%) em área periurbana; 06 (15%) em áreas utilizadas para a agricultura e 05 (12%) em espaços de cerrado.

De acordo com Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS, 2012), 1011 casos humanos de SCPH foram notificados até dezembro de 2007 no Brasil, com a taxa média de letalidade de 38%. Tem-se a identificação de casos em todas as cinco regiões, sendo as que apresentam mais alta frequência de casos, são a região Sul com 40% (405 casos), Sudeste com 30% (304 casos) e Centro Oeste com 21% (213 casos), respectivamente. As regiões Norte, com 4,6% (46 casos) e a Nordeste, com 1% (10 casos).

O sistema de vigilância de SCPH no Brasil é complexo; necessita de uma investigação detalhada de fatores ambientais para um

melhor conhecimento da doença. A ficha de coleta de dados é longa, com campos em branco, além da investigação do caso se realizar em etapas, podendo gerar uma subnotificação de casos. Por outro lado, quando há implementação das ações de capacitação de profissionais de saúde no desenvolvimento de suas atividades de vigilância, com enfoque na melhora da investigação de casos suspeitos em todas suas etapas - além da identificação e definição das fontes de referência para a notificação - decorre, conseqüentemente, uma melhora na sensibilidade da notificação no local (Santos e Garret, 2005).

Isso foi observado em Minas Gerais, no ano de 2002, quando se implantou o Protocolo de Febres Hemorrágicas, cujos objetivos eram de: ampliar o diagnóstico clínico e laboratorial das febres hemorrágicas, entre elas a SCPH; aumentar a sensibilidade da notificação, diagnóstico e tratamento precoce e diminuir a letalidade por essa enfermidade no Estado (SES, 2002).

### 3.2 ASPECTOS HISTÓRICOS DO USO DA TERRA

De acordo com Carvalho *et al.* (2009), o avanço da agricultura e da pecuária nas áreas naturais vem proporcionando contato entre as populações humanas e seus animais domésticos, com os animais silvestres no seu habitat natural. Este contato facilita disseminação de agentes infecciosos e parasitários para novos hospedeiros e ambientes.

Carvalho *et al.* (2009) relatam que as doenças emergentes vêm surgindo nos últimos anos e as reemergentes vêm aumentando cada vez mais em sua incidência. Quando se tratam de doenças infecciosas emergentes e reemergentes, verificam-se dois principais focos de atenção: o surgimento e/ou identificação de novos problemas de saúde e agentes infecciosos, e a também mudança no comportamento epidemiológico de doenças já conhecidas, incluindo, assim, a introdução de agentes conhecidos em populações de hospedeiros suscetíveis. Alto número de fatores pode estar envolvido na

determinação da emergência e reemergência de doenças infecciosas, dentre eles, fatores econômicos e ambientais.

O processo de modernização da agricultura no País vem acontecendo desde a década de 1960, por meio da chamada Revolução Verde. Nesse período, planejam-se novos objetivos sob formas de exploração agrícola, dando origem a transformações tanto na pecuária quanto na agricultura. A modernização ocorre concomitantemente à constituição do complexo agroindustrial, modernizando a base técnica dos meios de produção, alternando as formas de produção agrícola e gerando efeitos sobre o meio ambiente (Balsan, 2006).

A agricultura brasileira vem se transformando a partir da década de 60 e início de 70, com forte expansão horizontal apoiada na incorporação de terras na fronteira agrícola. Novos objetivos e formas de exploração agrícola levaram a transformações tanto na pecuária quanto na agricultura, conforme relatado por Balsan (2006) e Mueller e Martha Jr. (2008).

A partir de 1970, há um movimento - que persiste até os dias atuais - de deslocamento da produção agropecuária das regiões Sudeste e Sul para o Centro-Oeste e Norte, atualmente as principais produtoras de grãos e de gado de corte do País. Tal movimento renova-se em Minas Gerais, com as regiões do Triângulo/Alto Paranaíba e Noroeste, passando a liderar todas as cadeias produtivas mais relevantes do Estado, principalmente a produção de grãos (BDMG, 2002).

Nesta década, o modelo de ocupação agropecuária no Cerrado ocorreu por meio de programas, incentivos fiscais, investimentos em infraestruturas e a incorporação de técnicas modernas de produção voltadas para a exportação. Caracteriza-se pelo fluxo de migrantes paulistas, paraenses e gaúchos, detentores de capital financeiro e de experiência na atividade agrícola. Fatores naturais do Cerrado, como a abundância em recursos hídricos e topografia plana, vieram ao

encontro da implantação da agricultura mecanizada. Com a implantação do cultivo de soja e a modernização das culturas de milho, feijão, arroz, eis que grandes transformações se observaram na estrutura produtiva do País (Matos e Pessoa, 2003).

A dinamização da agricultura em Minas Gerais, iniciada em 1970, acentuou-se neste período até o final da década de 80, nas áreas centrais, oeste e Triângulo Mineiro - ali foi decisiva a atuação do Programa para o desenvolvimento dos Cerrados (POLOCENTRO) e demais políticas públicas voltadas para a modernização da região dos Cerrados, como o Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o desenvolvimento dos Cerrados (PRODECER) e o Plano de Desenvolvimento Integrado do Noroeste Mineiro (PLANOROESTE); no sul e sudoeste, os estímulos à cafeicultura e à pecuária também influenciaram o dinamismo regional (Ribeiro *et al.*, 1998; Silva, 1999; Mueller e Martha Jr., 2008).

Ocorre a seguir, concomitantemente à modernização, a constituição do complexo agroindustrial, inovando a base técnica dos meios de produção, alternando as formas de produção agrícola e gerando efeitos sobre o meio ambiente - estimulada por subsídios financeiros e incentivos governamentais, até final da década de 80. Nesta época a agricultura precisou reestruturar-se para elevar sua produtividade, uma vez que o modelo agrícola adotado na década de 60 e 70 era voltado ao consumo de capital e tecnologia externa; grupos especializados passavam a fornecer insumos, desde máquinas, sementes, adubos, agrotóxicos e fertilizantes (Balsan, 2006; Mueller e Martha Jr., 2008).

O Cerrado brasileiro desempenha papel preponderante no crescimento da agricultura nas últimas quatro décadas. As distintas condições ecológicas, mais o padrão espacial e temporal, diferenciado de ocupação e de investimentos em infraestrutura, nas diferentes localidades do Bioma, associados aos preços relativos das terras, fazem da região, ambiente propício

ao desenvolvimento da agropecuária - além de contar com características climáticas as mais favoráveis (BDMG, 2002; Balsan, 2006; Mueller e Martha Jr., 2008).

Sucederam alterações no modo de produzir e organizar a produção agrícola, levando a uma reorganização do espaço geográfico, adequando-o às novas condições de produção. Através da especialização de alguns produtos e de algumas áreas, decorreu o crescimento das monoculturas, voltadas especialmente para a economia externa - conforme relato de Balsan (2006).

Consoante as distintas condições ecológicas associadas ao padrão espacial e temporal, diferenciado de ocupação e de investimentos em infraestrutura nas diferentes localidades do Cerrado, além dos incentivos políticos aos estímulos de mercado ao longo das últimas quatro décadas, observa-se elevado desenvolvimento agropecuário na região. Mueller e Martha Jr. (2008) relatam que tal desenvolvimento se dá por meio da dinâmica do uso da terra nas áreas desmatadas do Cerrado – fato igualmente observado por Alcantara *et al.* (2009) nas regiões de Minas Gerais, principalmente as mesorregiões do Triângulo/Alto Paranaíba; Sul/Sudoeste de Minas; Oeste e Noroeste de Minas, que tiveram incrementos em sua composição tecnológica. Observa-se, de acordo com os autores, que as regiões mais desenvolvidas, dentre as quais as descritas acima, possuem maior potencial de mercado e grande expansão de produção de monocultura voltada para a exportação, concordando com as que tiveram melhorias nas tecnologias de produção agrícola.

As mesorregiões do Triângulo e Alto Paranaíba, que congregam em quase sua totalidade a vegetação de cerrados, associada a uma boa infraestrutura de armazenamento e beneficiamento da produção agropecuária, apresentam-se como a principal e mais dinâmica região agrícola em Minas Gerais, dispendo de notável potencial produtivo tanto para grãos quanto para pecuária - conforme observado por BDMG (2002) e EMATER (2007). Fato também observado por Silva *et al.* (2005)

que relatam uma mais elevada lucratividade, maior incorporação de progresso técnico estabelecidas na face oeste do Estado, quando comparada às regiões com uma agropecuária atrasada, pouca dinâmica e com forte componente de culturas tradicionais na parcela leste de Minas Gerais.

Com isso, o Cerrado mineiro distingue-se por significativas áreas de expansão de produção agropecuária, adaptadas às condições climáticas e associadas aos preços relativos das terras e ao crescimento da infraestrutura de apoio à produção. Há, pois, em decorrência, um movimento de deslocamento da produção agropecuária em Minas Gerais, nas mesorregiões do Triângulo/Alto Paranaíba e Noroeste, que passam a liderar as cadeias produtivas mais relevantes do Estado, principalmente a produção de grãos (BDMG, 2002).

Além disso, houve uma contribuição pelo subsídio dado ao óleo diesel- até o início dos anos 90 - combustível usado tanto em tratores e colheitadeiras quanto no transporte de produtos e insumos (Ribeiro *et al.*, 1998).

As políticas de desenvolvimento regional do passado foram decisivas na constituição de espaços potenciais para a expansão no Cerrado, como da pecuária bovina, nas últimas décadas. Parcelas crescentes do Cerrado foram ocupadas pela pecuária mais tecnificada, apoiada em investimentos no componente pastagem e no componente animal: genética, sanidade e suplementação. Apesar disso a região do Triângulo/Alto Paranaíba, mesmo, em uma situação consolidada na criação de bovinos, vem cedendo espaço a atividades agrícolas (Mueller e Martha Jr., 2008).

Mais recentemente, importantes mudanças em políticas e estratégias governamentais produziram impactos sobre a agropecuária do País, repercutindo marcadamente na região do Cerrado. O processo de abertura econômica, introduzido no início da década de 1990 e que se consolidou anos depois - mantendo-se até o presente - fez com que os setores produtivos do País - inclusive a

agropecuária - viessem a se expor crescentemente à concorrência internacional. Associado a isso, a época foi de preços baixos no mercado internacional, favorecendo o mercado mundial de *commodities* agrícolas (Ribeiro *et al.*, 1998; IBGE, 2006; EMATER, 2007; Mueller e Martha Jr., 2008).

Os crescimentos interno e externo com a demanda por *commodities* agrícolas têm sido decisivos para a expansão do Cerrado. Empresas como a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) permitiram uma vigorosa expansão da agricultura comercial moderna, de alta produtividade, em partes do Cerrado (Silva, 1999; Mueller e Martha Jr., 2008).

Conforme Mueller e Martha Jr. (2008), no período de 1999-2005 ocorreram impactos expressivos sobre o Cerrado, afetando a evolução de frentes agropecuárias na região. As frentes de agricultura comercial de soja, milho, algodão e cana-de-açúcar geraram forte expansão do cultivo, quer em substituição de pastagens degradadas, quer pelo incremento de área em regiões pioneiras.

Alcantara *et al.* (2009), no período de 1995 a 2006, também observaram que o comportamento tecnológico em Minas Gerais foi positivo, com incremento de tecnologia no Estado, exceto no Norte de Minas, Vales do Mucuri e Jequitinhonha. As regiões que já possuíam um maior desenvolvimento, com mais notável potencial de mercado e com expansão da monocultura voltada à exportação, coincidem com as que apresentaram melhorias nas tecnologias de produção agrícola. Porém, com relação à dinâmica tecnológica agrícola, através da análise da expansão do crescimento tecnológico, a região do Triângulo Mineiro - apesar de ostentar padrões tecnológicos vantajosos - apresentou desaceleração com baixas taxas de mudança tecnológica em 2006, se comparada a seus vizinhos - segundo dados do Censo Agropecuário de 1995-96. Isso ocorre devido a regiões, com alta eficiência inicial, tenderem a uma maior dificuldade em manter a eficiência, já que

terão de apresentar um crescimento proporcionalmente mais alto do que em regiões mais atrasadas, na busca para manter a eficácia.

Apesar da expansão desse crescimento tecnológico ter sido incipiente no período, EMATER (2007) reforça que o incremento de tecnologia contribuiu para o desenvolvimento do agronegócio mineiro. Os produtores têm à sua disposição tecnologia de ponta, equipamentos modernos e assistência técnica, que lhes permitem aumentar a produção e a produtividade e oferecer produtos de qualidade, cumprindo as exigências do mercado consumidor interno e externo. Além de tudo isso, a atividade agropecuária mineira apresenta índices expressivos dentro da produção agrícola e pecuária brasileira. A produção agropecuária é bastante diversificada; está disseminada, praticamente, em todas as regiões de Minas Gerais que apresentam condições de solo e clima altamente favoráveis para a produção. Acrescente-se a isso o interesse verificado nos últimos anos, de fortes grupos empresariais do setor para a realização de investimentos no Estado, o que vem contribuir para a modernização e ampliação da agropecuária mineira.

Entre o período 1999 e 2003, o IBGE (2006) relata um elevado crescimento agrícola em todos os anos daquele período. Os dados de produção de grãos e oleaginosas confirmam esse crescimento exuberante. Estimativas da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) mostraram que, entre 1991 e 1998, a safra brasileira de grãos e de oleaginosas expandiu 32,2% (3,99% ao ano), ou seja, de 57,9 milhões a 76,6 milhões de toneladas. E, a partir de 1999, a produção aumentou ainda mais rapidamente, atingindo 132,2 milhões de toneladas em 2003 (crescimento de 73% no período, ou uma taxa média anual de 10,91%). A produção caiu um pouco nos anos seguintes em decorrência de problemas climáticos e de um hiato na expansão da demanda externa de soja e milho, essa situação tendo sido revertida, todavia, mais recentemente.

Na mesorregião do Triângulo/Alto Paranaíba predomina a vegetação natural do Cerrado. É uma região que congrega maior concentração de mecanização e onde a exploração agrícola é desenvolvida por empresários rurais de médio e grande porte, com uso intensivo de tecnologia (BDMG, 2002; IBGE, 2006).

No que se refere ao valor bruto da produção, o Triângulo/Alto Paranaíba se destaca na produção de abacaxi, soja, laranja, cana e milho, sendo este a principal lavoura do Estado. Nesta região concentra-se o maior parque agroindustrial do Estado, abrigando grandes e médias indústrias de insumos como fertilizantes, corretivos, defensivos e equipamentos e de processamento de produtos agropecuários como os grãos, sucos, carnes, farinhas e rações (Ribeiro *et al.*, 1998; BDMG, 2002; IBGE, 2006).

Com relação à distribuição regional do produto agropecuário mineiro, observa-se que a região Sul é, individualmente, a mais relevante, representando 24,6% do PIB agropecuário estadual. Contudo, as regiões Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba somam 26,8% do PIB agropecuário, cabendo ao Triângulo 15,9% e ao Alto Paranaíba 10,9%, destacando-se aí a produção de grãos e também a pecuária de corte e leite (BDMG, 2002). Essas regiões apresentaram um incremento no número de trabalhadores rurais empregados, intensificação em mão-de-obra e sugestivo impacto no volume de produção do setor agrícola brasileiro, no período de 1996 a 2006 (Alcantara *et al.*, 2009).

Por outro lado, a região Noroeste retém algumas características climáticas comuns às regiões Norte e Jequitinhonha, embora o perfil da produção agropecuária assemelhe-se, em muitos aspectos, ao das regiões Triângulo e Alto Paranaíba, com avançadas propriedades de produção de grãos e de pecuária, de formas empresarial e tecnologicamente atualizadas. A proximidade do parque agroindustrial do Triângulo/Alto/Paranaíba permite a comercialização mais eficiente dos produtos (BDMG, 2002).

Conforme Bastos e Gomes (2010), a mesorregião do Sul/ Sudoeste de Minas destaca-se pelo crescimento da produção e efetiva participação na produção local de pêra e café (em grão); além da produção de arroz (em grão) que cresce acima da média do Estado. Já a mesorregião Central Mineira revela-se uma região com solos pobres e precária tradição agrícola. Destacam-se as culturas de arroz e feijão (subsistência) e de milho, voltadas para a fabricação de rações de suínos e aves. Trata-se de uma região na qual não prevalece um crescimento dinâmico, predominando áreas de baixo crescimento que abrangem 93% das culturas. A Oeste vem crescendo lentamente, com pouca diversificação, apesar de ter produtos com taxas de crescimento maiores do que a do Estado: cana-de-açúcar, feijão e milho. Não se conta com dinamismo, sendo sua capacidade produtiva ineficiente e sem investimentos, visando a uma especialização.

Com relação à produção de lavouras temporária e permanente, conforme IBGE (1996), entre meados da década passada e a atual, revelam-se dois importantes movimentos espaciais relativos à expansão de áreas em incorporação ao processo produtivo - como no caso de certa parte das Regiões Centro-Oeste, Nordeste e Norte - e à intensificação de áreas consolidadas, conforme verificado nas regiões Sul e Sudeste. No Brasil Central observa-se a ampliação da área de especialização, domínio e predomínio da lavoura, aí incluídas extensas áreas de expansão de culturas comerciais do sudoeste de Goiás, Distrito Federal e do Cerrado mineiro.

Os dados do Censo Agropecuário 2006, sobre as principais lavouras, refletem o crescimento da agricultura brasileira. A oferta de terras favoráveis ao cultivo, e os ganhos de produtividade alcançados com a utilização de novas tecnologias, apontados pelo Censo, revelam as condições que propiciaram uma sólida participação do Brasil no mercado internacional e um mais afirmativo abastecimento do mercado interno, ao longo da década (IBGE, 2006).

Segundo o IBGE (2006), a soja e o milho foram lavouras que incorporaram mais áreas. Por outro lado, o café e o feijão tiveram retração de área. No caso do arroz, o crescimento de área foi pouco expressivo, esta lavoura - que já foi a principal do Cerrado - acabando por ceder lugar ao arroz irrigado do sul do País. O arroz ainda vinha sendo cultivado de modo relativamente expressivo, como lavoura de abertura de áreas para outros cultivos ou para a formação de pastagens; esse uso de cultura, contudo, também vem se reduzindo mais recentemente.

O milho é uma cultura estratégica para a agropecuária brasileira, por sua versatilidade de uso, pelos desdobramentos de produção animal e pelo aspecto social; revela-se um dos mais valiosos produtos do setor agrícola no Brasil. Com o desenvolvimento de novas variedades híbridas que respondem melhor à adubação, e são mais resistentes a pragas e doenças, o rendimento médio que, em 1985 foi de 1.476 kg/ha, em 2006 atingiu 3.606 kg/ha, um crescimento de 144,3%. Este incremento de produtividade garantiu a expansão da produção com estabilização da área colhida de milho, nos últimos 35 anos (IBGE, 2006).

EMATER (2007) relata que em Minas Gerais a produtividade do milho também tem evoluído muito nos últimos tempos; levando-se em consideração o potencial dos materiais genéticos disponíveis hoje no mercado de sementes, observa-se um nível de crescimento bastante alentador.

Segundo o IBGE (2006), outro aspecto relevante foi a introdução da segunda safra de milho, com o objetivo de se ter mais uma opção de cultivo para o período de inverno, através de rotação de culturas com a soja. Assim, o milho "safrinha", na maioria das vezes, passou a ser plantado em sucessão à soja, logo após a colheita desta. Além disso, à crescente pressão de demanda por milho, principalmente no período de entressafra, que provoca a elevação dos preços dos grãos, decorreu um crescimento com incrementos de produtividade bem superior à da soja, ocasionando igual

aumento, no período de 1995 a 2006, de 65,7% na produção nacional de milho.

Sabe-se que a cultura de milho assume uma real importância na integração lavoura-pecuária para alimentação animal, como grão ou silagem. E que essa cultura permite fácil implantação da pastagem em sistema consorciado (Gimenes *et al.*, 2010).

No período compreendido entre 2002 e 2006, ocorreu uma considerável elevação na produtividade de milho em função da tecnologia de cultivo e genética dos materiais utilizados, sendo que as áreas de maior produção de milho no Estado localizam-se nas mesorregiões do Sul/Sudoeste de Minas e Triângulo/Alto Paranaíba (IBGE, 2006; EMATER, 2007).

Porém, em vista do avanço do plantio da cana-de-açúcar para produção de álcool, nas mesorregiões do Triângulo/Alto Paranaíba e Noroeste, ocorre uma ocupação desta cultura nas áreas plantadas de milho. Associado a isso, devido à sensível demanda de produção de milho em Minas Gerais, notadamente na avicultura e na suinocultura, que consomem 887.986 toneladas de milho por ano, no consumo industrial de 213.348 toneladas de milho por ano, e no setor da bovinocultura, que consome 285.371 toneladas de milho por ano, faz-se necessária a ampliação da área plantada de milho em demais regiões, com aptidão especialmente na região Centro-Oeste, detentora de respeitáveis áreas com relevo plano, de fácil mecanização (EMATER, 2007).

A cana-de-açúcar é uma cultura que não parou de crescer; experimentou um vigoroso crescimento com a criação do Programa Nacional do Alcool (PROÁLCOOL) em 1975. Após 30 anos do início daquele programa, o Brasil vive uma nova expansão dos canaviais, com o objetivo de oferecer o álcool em escala expressiva. A tecnologia dos motores bicompostíveis veio dar novo fôlego ao consumo interno de álcool (IBGE, 2006).

Este cenário proporcionou um crescimento de 47,9% na produção de cana-de-açúcar

no período de 1995 a 2006, atingindo 19,6 bilhões de reais em 2006, o mais alto valor alcançado por uma cultura. Grandes investimentos se realizaram nos últimos anos, para atender ao aumento da demanda de álcool no mercado interno. A ampliação da capacidade de moagem e o surgimento de novas usinas provocaram um aumento na área colhida em 33,3%, incitando a valorização das terras em diversas regiões do País (IBGE, 2006).

Em relação à plantação de arroz, conforme o IBGE (2006), até a década de 1970 a produção do arroz sequeiro e do arroz irrigado eram complementares. A partir de meados dos anos de 1970, o arroz irrigado passou a dominar a preferência nacional e a obter mais altas cotações no mercado. Neste aspecto, ressalta-se que a mudança de preferência do consumidor provocou um aumento da área cultivada do arroz irrigado. A partir do início da década de 1980, a produtividade média nacional apresentou uma tendência de crescimento. Por outro lado, o arroz sequeiro é cultivado em vários estados brasileiros, especialmente no Centro-Oeste, conquanto a redução na área nos últimos anos tenha diminuído a importância da cultura na região.

Em 2006, apesar da redução da área colhida de arroz, ocorreu um crescimento de produtividade na última década. Os estoques, que tiveram uma linha descendente até o ano agrícola 2002/2003, chegando a níveis críticos que conduziram a um aumento na importação deste cereal, entraram novamente em equilíbrio no último ano (EMATER, 2007).

Em Minas Gerais, a área plantada de arroz reduziu-se drasticamente nos últimos dez anos, passando de 310.200 hectares em 1996 para 92.500 hectares, em 2006. Mesmo ante um incremento de produtividade nos últimos anos, a produção total diminuiu de 533.544 para 191.600 toneladas em 2003, voltando a crescer em 12,1% no ano de 2004, porém, voltando a se reduzir em 2005/2006. A região produtora que sobressai é o Sul de Minas, seguida do Noroeste; já as mais positivas produtividades encontram-se nas regiões do

Rio Doce e Zona da Mata. (EMATER, 2007).

Segundo a EMATER (2007), estima-se que 55% do cultivo do feijão em Minas Gerais é praticado em regime de consórcio com outras culturas, principalmente milho. Por outro lado, a safra de inverno (3ª safra) é cultivada por produtores com maior potencial de produção e infraestrutura de irrigação, adotando-se as técnicas mais apropriadas e recomendadas pela pesquisa agrícola; localizam-se, notadamente, na mesorregião Noroeste de Minas Gerais.

A cultura de feijão teve um aumento de 50,9% na produção, no País, com o bom desempenho das lavouras, já que sua área permaneceu praticamente inalterada na última década, apresentando um crescimento de apenas 6,3%. Além da intensa tecnologia utilizada nas lavouras de feijão, ao longo dos anos, foi em 2006, particularmente, que um maior aporte de insumos foi utilizado pelos produtores, que, aliado às boas condições climáticas, e aos preços satisfatórios, favoreceram o desempenho das lavouras (IBGE, 2006).

Atualmente, a tecnologia de Integração Lavoura/Pecuária se adianta como excelente alternativa de manejo de solo. Caracteriza-se como um sistema de exploração integrada que utiliza pastagens degradadas para a produção de grãos e, ao mesmo tempo as recupera, aumentando a oferta de alimento para o rebanho bovino, tanto de leite quanto de corte (Gimenes *et al.*, 2010). Isso se verifica ainda em relação à plantação de soja que cresceu na região do Triângulo/Alto Paranaíba e Noroeste de Minas, em áreas ocupadas por pastagens (EMATER, 2007).

Há, outrossim, uma rotatividade entre a cultura anual, como exemplo o milho, e a pastagem, propiciando benefícios mútuos como melhoria das condições físicas do solo, recuperação da fertilidade do solo com a lavoura em áreas de pastagens degradadas, aumento da utilização de fertilizantes e corretivos, preservação do ambiente, produção de forragem para cobertura e manutenção do solo na estação,

conforme observado por Gimenes *et al.* (2010).

Com relação às áreas com matas e florestas contidas em estabelecimentos agropecuários, observou-se uma redução de 12,1 milhões de hectares, correspondendo a uma redução de 11,0% em relação ao Censo Agropecuário de 1996. Na região Sudeste ocorreu uma redução de 6,4 milhões de hectares, concentrados basicamente em Minas Gerais (IBGE, 2006).

Mesmo ante a redução de área plantada de matas e florestas, há uma crescente necessidade de resposta ao setor produtivo e consumidor de produtos florestais, em especial dos produtores de ferro-gusa, juntamente com os produtores rurais; fonte de energia térmica na agroindústria de processamento de grãos, indústria moveleira, de papel e celulose, incentivada por indústrias instaladas nos estados da Bahia e Espírito Santo (Rezende e Santos, 2010).

Com isso, as plantações de eucalipto aumentaram em quase todas as mesorregiões do Estado, desde aquelas tradicionais no Norte de Minas, Vale do Jequitinhonha e Vale do Mucuri, Zona da Mata e Vale do Rio Doce, até novas áreas como Campo das Vertentes e Central Mineira, devido ao fomento florestal proveniente de indústrias de carvão vegetal e de celulose, através da ABRAF (Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas). Aquela Associação constitui uma importante alternativa para a ampliação da oferta e de diversificação das fontes de suprimentos de matéria-prima, enquanto tem contribuído para divulgar a atividade florestal junto aos produtores rurais mineiros. Notifique-se que as áreas de expansão são de pastagens abandonadas e degradadas, na ótica de Rezende e Santos (2010).

Com relação ao Triângulo Mineiro e Noroeste, a matéria-prima florestal destinava-se principalmente à geração de energia pelas agroindústrias de processamento de grãos que, entre os anos de 1996 a 2006,

denunciou um aumento expressivo, além das indústrias consumidoras de carvão vegetal, que tiveram que incrementar os plantios de eucalipto em substituição aos derivados de petróleo e lenha das matas naturais (IBGE, 2006; Rezende e Santos, 2010).

Ainda conforme Rezende e Santos (2010), há restrições, cada vez mais vigorosas, impostas pelos órgãos de regulação e fiscalização ambiental para utilização dos escassos remanescentes de florestas nativas, uma vez que ocorreu um aumento na utilização da madeira proveniente das florestas plantadas. O setor agroindustrial de processamento de alimentos e as indústrias consumidoras de carvão vegetal incrementaram os plantios de eucalipto, visando à substituição dos derivados de petróleo e da lenha de matas naturais; e um aumento de consumo das grandes empresas siderúrgicas e de celulose está contribuindo, em Minas Gerais, para a expansão das plantações florestais de eucalipto.

O fomento florestal tem sido responsável pela expansão na produção de madeiras provenientes das florestas plantadas. Diversos mecanismos de financiamentos têm sido implementados no desenvolvimento do setor, aliado à utilização racional dos bens disponibilizados através do manejo florestal, à manutenção do homem no campo, à recuperação e/ou utilização de áreas degradadas, à preservação das florestas. Ocasionalmente há uma intensificação nas áreas de florestas plantadas e um aumento nas áreas de florestas naturais (Mendes, 2005; Rezende e Santos, 2010).

Desde a década de 60, o plantio de florestas passou a ter mais expressão no Brasil pelos fomentos florestais do governo federal, por fontes de financiamento do Programa Nacional de Florestas (PNF), incentivos fiscais para reflorestamento (FISSET), dentro do Programa Nacional de Desenvolvimento (PND). Além da promulgação do Código Florestal (Brasil, 1965) e a criação do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) tratam-se

de ações que ajudaram a definir uma nova política florestal para o País, promovendo o reflorestamento em larga escala. Em 2002 o PNF lançou o PROFLORA (Programa de Plantio Comercial de Florestas), coordenado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para apoiar pequenos e médios produtores rurais; a ASIFLOR (Associação de Siderúrgicas para Fomento Florestal em Minas Gerais (Mendes, 2005; Rezende e Santos, 2010).

Há uma maior restrição à utilização de florestas nativas por órgãos reguladores e de fiscalização, associada ao aumento de incentivos recebidos pelo Fundo de Apoio e Fomento à Atividade Florestal pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF) e Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais (SEAPA), para o produtor ou indústrias que possam garantir abastecimento industrial e um menor volume imobilizado em ativos florestais, além da ocupação de áreas degradadas e redução da pressão sobre as matas nativas (Mendes, 2005).

Devido à crescente necessidade de matéria-prima florestal, nota-se ainda um reduzido crescimento e mesmo queda no percentual de área plantada de florestas, sendo que a parcela dos plantios é de reforma florestal, o que não contribui para ampliação da área plantada, levando a uma diminuição do estoque e ocasionando o chamado “apagão florestal”. A insuficiência de carvão vegetal proveniente de reflorestamento intensificou a pressão sobre os remanescentes florestais, em especial os do Cerrado, onde do total de 5,5 milhões de toneladas de carvão vegetal, produzidos no Brasil, em 2005, 34,5% ainda foram oriundos da vegetação nativa do Cerrado (Rezende e Santos, 2010; Duboc, 2008).

### 3.3 USO DA TERRA E A SÍNDROME CARDIOPULMONAR POR HANTAVÍRUS

A ocupação do espaço e a ocorrência de endemias vêm sendo discutidas desde a antiguidade, por Hipócrates, pela teoria de Pavlovsky, na década de 30 e pela vertente ecológico-geográfica, até os dias de hoje. Pavlovsky foi possivelmente o primeiro

especialista a desenvolver a teoria dos focos naturais das doenças transmissíveis, também conhecida como teoria da nidalidade natural das doenças transmissíveis, uma teoria de marcado cunho ecologista, cujo grande mérito foi estabelecer o conceito de que espaço configurava o cenário no qual circulava o agente infeccioso – a patobiocenose - sendo este cenário classificado de ‘natural’, ou intocado pela ação humana, e ‘antropopúrgico’ ou alterado pela ação humana (Silva, 2000).

Bonfim e Medeiros (2008) ratificam que a relação entre geografia e saúde é reconhecida desde a Antiguidade. Atribui-se a Hipócrates (480 a.C.) a primeira obra sobre a relação entre o local e o aparecimento de enfermidades; em seu trabalho Ares, Águas e Lugares, destacou o papel que os elementos (o lugar, o modo de vida, o clima, o solo, a água, dentre outros) desempenhavam na produção de doenças.

Johnson (2008) descreve como o espaço e as relações socio-econômicas levaram à descoberta da transmissão da cólera, por John Snow, em 1854. Pela análise epidemiológica, o estudo sobre a epidemia de cólera que assolava Londres, torna-se profundo em suas interfaces sociais da época. Considerou-se toda a relação entre o ambiente social, modo de vida das pessoas da época, em que cada um, morador da cidade de Londres, teve uma função fundamental na ocorrência do cólera na época, fosse pela sua disseminação na descoberta de sua distribuição espacial, fosse pelo seu veículo de transmissão.

Silva (2000) ressalta que, ante a complexidade da crescente urbanização verificada em todo o mundo e, particularmente, no Terceiro Mundo, o espaço passa a constituir uma categoria de análise, o que estabelece um salto teórico da ecologia para a sociologia ou para a geografia humana. A análise do processo de organização do espaço constitui, portanto, um recurso metodológico, que pode perfeitamente ser transposto para a epidemiologia como o processo saúde-doença.

A necessidade econômica passa a se constituir um fator determinante para o processo de organização do espaço. Esta passa a ser responsável pela reorganização do espaço conforme a necessidades das atividades que devem desenrolar: quer a agricultura, a exploração mineral, o transporte de mercadorias, a produção de energia, a fabricação de produtos ou a construção de cidades. Silva (2000).

Conforme Bonfim e Medeiros (2008), a concepção de espaço transcende uma abordagem limitada aos aspectos físicos e naturais e passa a configurar, em sua totalidade, as dimensões econômica, cultural e social. Conforme os autores, estabeleceu-se entre a epidemiologia e a geografia uma interlocução sobre a determinação social do processo de saúde-doença, na qual a compreensão da organização do espaço possibilita uma maior aproximação dos fatores relacionados ao desenvolvimento das doenças e da sua distribuição entre os diversos grupos sociais.

O estudo das endemias, sua ocorrência, determinantes e processo de disseminação, consistem no estudo dos lugares em que ocorrem, conforme relatado por Silva (2000).

O estudo da hantavirose em Minas Gerais vem ao encontro dessa concepção, em que o entendimento da organização do espaço no meio rural e silvestre torna-se fundamental para se entender, idem, esta enfermidade no Estado.

Conforme Kawa e Sabroza (2002), a incorporação na análise do processo endêmico-epidêmico de variáveis que permitam entender o espaço geográfico em transformação é de crucial importância; verificou-se que as condições necessárias à transmissão e difusão da LT foram criadas no processo de construção e organização do espaço urbano da cidade do Rio de Janeiro. Transformando-se a terra agrícola em urbana, durante este período no Rio de Janeiro, com o aumento demográfico decorrente do processo de urbanização permitiu-se a entrada de grupos

populacionais suscetíveis à Leishmaniose Tegumentar Americana, nos ambientes com sensível densidade de vetores, favorecendo e ampliando a transmissão da endemia nessas áreas.

A ocorrência da hantavirose no Paraná, entre o período de 1992 a 2004, relatada por Rubio *et al.* (2004) esteve relacionada com a extração de madeira em uma área preservada naquele Estado. Ocorreram 102 casos confirmados de hantavirose, sendo destes, 50% (51) relacionados a essa atividade. Os trabalhadores passaram a viver em moradias de fácil acesso ao roedor silvestre, presente na região, o que favoreceu a transmissão da hantavirose. Após a compreensão da forma de organização do espaço e da epidemiologia da enfermidade na região, da espécie do roedor silvestre, *Olygoryzomys nigripes*, bem como de seus hábitos, ocorreu mudança na compreensão desses trabalhadores em relação à hantavirose e ao novo espaço em que viviam. Suas moradias foram elevadas a um metro de distância do solo, com escadas removíveis, evitando o contato com o roedor silvestre, daí uma conseqüente diminuição drástica no número de casos de hantavirose naquela região.

Pereira (2007) relata, outrossim, que as atividades relacionadas à exploração florestal influenciam no aparecimento da Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus, supostamente associada ao vírus *Juquitiba*, e ao roedor *Olygoryzomys nigripes*, em regiões da Mata Atlântica de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Salienta o hábito desse roedor, que é de escalar, o que facilita seu contato com o homem.

Monken *et al.* (2008) buscam referências para análise em saúde, no território de saúde. Conforme os autores, a saúde é elemento fundamental para a qualidade de vida das pessoas. Ressaltam a importância da categoria território como nova variante da aproximação histórica entre geografia e saúde. O conceito de espaço, nos estudos da ecologia das doenças, assemelha-se ao

conceito de 'meio geográfico', incluindo-se nele o homem e a relação homem/meio.

Godim *et al.* (2008) ressaltam a importância da utilização do espaço no campo da saúde, como uma abordagem fundamental ao conceito de risco. O espaço-território, muito além de um simples recorte político-operacional do sistema de saúde, é o *locus* onde se verifica a interação população-serviços no nível local. Cada fato é percebido com maior ou menor intensidade, de acordo com a organização sócio-espacial, cultural, político e econômica de cada população que habita em cada um desses lugares, e ali produz. Essa multiplicidade de territórios e lugares modifica a percepção das pessoas acerca dos riscos, distribuídos espacialmente.

Conforme Monken e Barcellos (2005), um dos desafios da prática em saúde coletiva é o desenvolvimento de metodologias para um trabalho de campo que enxergue além dos fatores de risco preditos nos roteiros de investigação de casos e de surtos. O trabalho de campo deve apreender o conjunto de relações entre grupos sociais e seu território, e estabelecer pistas para identificação das diversas formas de exposição a esses fatores.

Barcellos e Bastos (1996) acrescentam que o desenvolvimento e a disseminação de novas técnicas de investigação – destacando-se as técnicas de geoprocessamento e de sensoriamento remoto – também abrem uma linha de pesquisa que sem dúvida levará, a novas dimensões, os estudos do espaço em epidemiologia.

Bonfim e Medeiros (2008) reforçam que, da relação entre espaço, tempo e técnica, revela-se a história, que tem sua expressão no território. A inclusão, aplicação e o desenvolvimento do processamento e análise automatizada de bases de dados georreferenciadas tendem a aprimorar a compreensão do espaço na produção e disseminação de doenças e agravos à saúde, e constituem-se em mais uma ferramenta do processo de gestão dos riscos e do planejamento em saúde.

A utilização do espaço como unidade de análise para a compreensão da ocorrência e distribuição espacial das doenças contribui, significativamente, para o avanço na compreensão do fenômeno, bem como melhora a qualidade das notificações dessas. O espaço na área da saúde tem sido cada vez mais utilizado, não só devido à facilidade de acesso a bases de dados epidemiológicos computadorizados, como graças igualmente à disponibilidade de ferramentas cartográficas, vide os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) (Barcellos e Bastos, 1996; Hino *et al.*, 2007).

Conforme Medronho e Werneck (2004) a análise espacial em epidemiologia visa identificar padrões espaciais de morbidade ou mortalidade e fatores associados, descrever processos de difusão de doenças e gerar conhecimentos sobre a etiologia de doenças, visando a predileção e controle. O uso de técnicas de geoprocessamento, em epidemiologia, vem sendo utilizado na análise da dinâmica de difusão espacial das doenças e suas relações com o ambiente, na avaliação da situação de saúde de populações e na identificação de regiões e grupos de alto risco de adoecer.

Essa utilização de técnicas estatísticas, para identificar a ocorrência e distribuição espacial de doenças é aprimorada, quando da identificação de *cluster*. Essa admite abordagens hierárquicas, nas quais os agrupamentos são representados graficamente em um intervalo de tempo, e as possíveis aglomerações e sua consistência relativa variam em função da proximidade entre os indivíduos. Avalia-se a zona mais verossímil encontrada no mapa de dados observados, e a aglomeração mais significativa obtida no mapa. Identifica-se o *cluster* primário, a solução mais significativa obtida no mapa. Já o *cluster* secundário é a solução mais significativa obtida que não intercepta o *cluster* primário. O *cluster* terciário é a solução mais significativa obtida, que não intercepta os *clusters* primário e secundário, e assim, sucessivamente (Silva *et al.*, 2005; Andrade e Duarte, 2011).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo restringiu-se ao estado de Minas Gerais, com ênfase nas mesorregiões do Alto Paranaíba, Sul/Sudoeste de Minas, Oeste de Minas e Central Mineira, em função do agrupamento de casos nestas regiões do Estado. Minas Gerais possui atualmente 853 municípios e uma população de cerca de 19.597.330 habitantes (DATASUS, 2012). Conforme a estrutura organizacional da Secretaria de Estado da Saúde, Minas Gerais subdivide-se em Unidades Regionais de Saúde, sendo destas, 10 Gerências Regionais de Saúde e 18 Superintendências Regionais de Saúde,

conforme SES/MG (2011); 13 macrorregiões e 76 microrregiões de saúde, de acordo com o Plano Diretor de Regionalização (SES/MG, 2011), por sua vez, subdividido em 12 mesorregiões conforme IBGE (2006).

O estado de Minas Gerais se localiza na região Sudeste do Brasil. Seu território fica entre os paralelos de 14°13' 58" e 22°55'22" de latitude sul e os meridianos de 30°51'23" e 51°02'45" a oeste de Greenwich. Limita-se a norte e nordeste com a Bahia, a leste com o Espírito do Santo, a sudoeste Rio de Janeiro, a sudoeste e sudeste com São Paulo, a oeste com Mato Grosso do Sul e, a noroeste, com Goiás e Distrito Federal - conforme se observa na Figura 1 (IGA, 2011).



Figura 1. Localização do Estado de Minas Gerais

## 4.2 FONTES DE INFORMAÇÃO

### 4.2.1 Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus: critérios de confirmação de casos

A fonte de informação utilizada abrangem dados secundários dos casos humanos suspeitos, confirmados e descartados de síndrome cardiopulmonar por hantavírus (SCPH) em Minas Gerais, no período de 1998 a 2007, provenientes do Sistema de Informação de Agravos de Notificação nos programas SINANw versão 6.0 e SINANnet. O período inicial do estudo foi considerado no ano de 1998, por este ser o primeiro de identificação de caso de SCPH em Minas Gerais. O ano final do estudo foi escolhido como 2007, para a análise de um período de dez anos após a identificação do primeiro caso autóctone.

Como critérios de caso suspeito, confirmado e descartado, consideram-se os conceitos do Guia de Vigilância Epidemiológica (Brasil, 2009).

Considerou-se caso suspeito de SCPH o paciente com doença febril, geralmente acima de 38°C, e mialgias, acompanhadas de um ou mais dos seguintes sinais e sintomas: calafrio, astenia, dor abdominal, alterações gastrointestinais, cefaléia, tosse seca, insuficiência respiratória aguda de etiologia não determinada ou edema pulmonar não-cardiogênico, na primeira semana da doença; paciente com enfermidade aguda apresentando quadro de edema pulmonar não-cardiogênico com evolução para óbito, ou paciente com a doença febril e história de exposição à mesma fonte de infecção de um ou mais casos de hantavírose, confirmado(s) laboratorialmente (Brasil, 2009).

Todo caso suspeito de SCPH é de notificação obrigatória, conforme disposto pela Portaria 104 de 25 de janeiro de 2011 (MS, 2011). A SCPH está presente tanto na lista do Anexo I, dessa Portaria, devendo as doenças e eventos serem notificados e registrados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), conforme

as normas e rotinas estabelecidas pela Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde – SVS/MS. Como também essa enfermidade está na lista do Anexo II, que descreve que, doenças, agravos e eventos de importância para a saúde pública, de abrangência nacional em toda a rede de saúde, pública e privada devem ser notificados às Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde (SES e SMS) em no máximo, 24 horas a partir da suspeita inicial; as SES e SMS deverão informar também, imediatamente, à SVS/MS (MS, 2011).

Considera-se caso confirmado de SCPH por critério laboratorial ou por critério clínico-epidemiológico. O caso confirmado por critério laboratorial é aquele no qual o caso suspeito apresentou resultados de exames laboratoriais com sorologia reagente para anticorpos séricos específicos para hantavírus da classe IgM, ou imunohistoquímica de tecidos positiva (identificação de antígenos específicos contra hantavírus da classe IgM) ou RT-PCR (reação em cadeia da polimerase com transcrição reversa) positiva para hantavírus. A sorologia é realizada pela Fundação Ezequiel Dias (FUNED), enquanto a técnica de imunohistoquímica é realizada pelo Instituto Evandro Chagas (IEC) em Belém, Pará e, finalmente, a técnica de RT-PCR, realizada pelo Instituto Adolfo Lutz, de São Paulo. Por outro lado, o caso confirmado por critério clínico-epidemiológico é aquele em que todo indivíduo que apresentou quadro clínico de insuficiência respiratória aguda, tenha evoluído para óbito, sem coleta de amostras para exame específico; e que tenha frequentado áreas conhecidas de transmissão de hantavírus ou exposição à mesma situação de risco de pacientes confirmados, laboratorialmente, nos últimos 60 dias (Brasil, 2009).

É considerado caso descartado de SCPH, todo caso suspeito que durante a investigação tenha diagnóstico confirmado, laboratorialmente, de outra doença, ou que não preencha os critérios de confirmação acima definidos (Brasil, 2009).

Como critério de inclusão de caso humano de SCPH, considerou-se caso confirmado por critério laboratorial e clínico epidemiológico, autóctone de Minas Gerais, segundo o município de infecção.

#### 4.2.2 Identificação dos Locais Prováveis de Infecção (LPI)

O Local Provável de Infecção (LPI) do caso de SCPH foi identificado por pesquisa de campo com observações diretas nos lugares onde, provavelmente, ocorreram as contaminações dos casos confirmados. A identificação do local deu-se por análise epidemiológica dos dados secundários dos casos confirmados. Nas visitas aos LPIs foram obtidas as coordenadas geográficas (latitude e longitude), coletadas na forma de sinais por receptor GPS (Sistema de Posicionamento Global) com o modelo GPS GARMIN 76S e, posteriormente, transferidos para o Programa GPS Track Maker, versão 13.5. Cada ponto geoprocessado corresponde a um caso de SCPH.

#### 4.2.3 Seleção das variáveis dos grandes usos da terra

A fonte de informação utilizada para analisar a distribuição da ocupação da terra, de acordo com a atividade econômica em Minas Gerais foram os Censos Agropecuários de 1995-96 e 2006, respectivamente. Os períodos elencados, inicial e final, correspondem à análise dos grandes usos da terra antes da identificação de casos de hantavirose em Minas Gerais, 1996, e no final do período de estudo dos casos, em 2006.

Conforme IBGE (2006), para uma maior compreensão sobre a dinâmica da ocupação territorial, entre os dois Censos, 1995-96 e 2006, foi realizado um detalhamento no Censo Agropecuário de 2006. Os conceitos dos grandes usos da terra e suas adequações foram referenciados pelo Censo Agropecuário de 2006. Assim, determinados cenários, anteriormente considerados integrantes de um único grande uso da terra, foram categorizados em 2006, a itens específicos;

outros, não se alteraram. Isso possibilitou uma comparação entre os conceitos dos grandes usos da terra dos dois Censos Agropecuários, 1995-96 e 2006, conforme observado abaixo.

A área total dos estabelecimentos, segundo o uso da terra, compreendeu a totalidade das terras que formavam o estabelecimento onde os dados referentes à área são apresentados em hectare, considerada a situação existente na data do Censo. Corresponde às áreas de lavouras; áreas de pastagens; áreas de florestas; as áreas de terras produtivas não utilizadas e terras inaproveitáveis, provenientes da Tabela 4.2.1.3, que discorre sobre a utilização das terras nos estabelecimentos por tipo de utilização, segundo UF, Mesorregião, Microrregião e município, 2006, segundo IBGE (2006) e da Tabela 317, referente ao mesmo conteúdo, em 1995-96 (IBGE, 1995-96).

As lavouras permanentes correspondem às áreas plantadas ou em preparo para o plantio de culturas de longa duração que, após a colheita, não necessitam de novo plantio, produzindo por vários anos sucessivos. Incluíram-se nesta categoria as áreas ocupadas por viveiros de mudas de culturas permanentes. Não se categorizou como lavoura permanente a cana-de-açúcar, a qual, apesar de ser de longa duração, foi considerada para pesquisa como lavoura temporária, conforme o Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2006).

As lavouras temporárias correspondem às áreas plantadas ou em preparo para o plantio de culturas de curta duração (menor que um ano) e que necessitam, geralmente, de novo plantio após cada colheita, tais como arroz, milho, feijão e as áreas de lavoura temporária em descanso (IBGE, 2006).

As áreas das plantas forrageiras de corte (destinadas ao corte e uso na alimentação de animais); e área com cultivo de flores (inclusive hidroponia e plasticultura); viveiros de mudas; estufa de plantas e casas de vegetação, detalhadas no Censo de 2006, foram contabilizadas no ano de

1996, como lavoura temporária (IBGE, 2006).

As pastagens naturais se constituem por áreas destinadas ao pastoreio do gado, sem terem sido formadas mediante o plantio, ainda que tenham recebido algum trato. As áreas de sistemas agroflorestais, identificadas como áreas de mato ralo, caatinga, cerrado, capoeirão, aproveitadas para pastoreio de animais e áreas com espécies florestais variadas (árvores e palmáceas), usadas para lavoura e criação de animais, detalhadas no Censo de 2006, foram contabilizadas em 1995-96, como pastagens naturais (IBGE, 2006).

As pastagens plantadas são áreas destinadas ao pastoreio e formadas mediante plantio. As pastagens plantadas degradadas por manejo inadequado ou por falta de conservação (pouco produtivas), pastagens plantadas em boas condições (incluindo aquelas em processo de recuperação) detalhadas no ano de 2006, foram contabilizadas no quesito pastagem, plantada em 1995-96 (IBGE, 2006).

As matas e florestas naturais compreendem as áreas de matas e florestas naturais, utilizadas para extração de produtos ou conservadas como reservas florestais. No período de 1995-96, matas e florestas naturais compreendiam também as terras produtivas não utilizadas (áreas de terras que se prestavam à formação de culturas, pastos ou matas, não tendo sido utilizadas para tais finalidades, incluídas aquelas de lavouras temporárias em descanso, não utilizadas por período superior a quatro anos) (IBGE, 2006).

As matas e florestas naturais destinadas à preservação permanente ou reserva legal, matas e florestas naturais (exceto as destinadas à preservação permanente e aquelas em sistemas agroflorestais), foram contabilizadas em 1996 no quesito matas e florestas naturais (IBGE, 2006).

As matas plantadas são áreas plantadas ou em preparo para o plantio de essências florestais (acácia-negra, eucalipto, pinheiro), incluindo as áreas ocupadas com viveiros

de mudas de essências florestais. Não houve detalhamento e nem ocorreu modificação no conceito, em 2006 (IBGE, 2006).

Terras inaproveitáveis são aquelas formadas por áreas imprestáveis para a formação de culturas, pastos e matas, tais como areais, pântanos, encostas íngremes, pedreiras etc., e as formadas pelas áreas ocupadas como estradas, caminhos, construções, canais de irrigação, açudes (IBGE, 2006).

As áreas de tanques, lagos, açudes, áreas de águas públicas para exploração de aquicultura; construções, benfeitorias, caminhos (inclusive aquelas destinadas à criação de animais); terras degradadas (erodidas, desertificadas, salinizadas) e terras inaproveitáveis à agricultura ou pecuária (pântanos, areais, pedreiras) detalhadas em 2006, foram contabilizadas em 1995-96 no quesito terras inaproveitáveis (IBGE, 2006).

Confrontando-se as duas últimas pesquisas e observando-se as novas categorizações, depreende-se que, no Censo Agropecuário 1995-96, as áreas de lavoura temporária em descanso (menos de quatro anos) e as terras produtivas não utilizadas (áreas de lavoura temporária em descanso por período igual ou mais de quatro anos), puderam ser contabilizadas em 2006, respectivamente, em lavouras temporárias e matas ou lavouras, dependendo do enquadramento na nova distribuição (IBGE, 2006).

Com isso, as variáveis elencadas dos grandes usos da terra para este estudo foram lavoura permanente, lavoura temporária, pastagem plantada, pastagem natural, floresta natural, floresta plantada e terras inaproveitáveis - conforme conceitos iniciais do Censo Agropecuário de 1995-96 (IBGE, 1995-96).

Além dessas variáveis, com intuito de selecionar um critério epidemiológico da SCPH, selecionaram-se variáveis consideradas importantes na epidemiologia da SCPH, e que colaboram de forma direta

ou indireta para o aparecimento dessa enfermidade. Assim, as variáveis elencadas foram variáveis de produção e áreas plantadas de arroz, cana-de-açúcar, feijão e milho (Henkes e Barcellos, 2004; Pereira, 2006).

#### 4.2.4 Seleção dos municípios para análise da relação entre as variáveis dos grandes usos da terra e dos casos de SCPH

Como critério para inclusão dos municípios no estudo, utilizou-se a notificação de casos humanos confirmados autóctones de SCPH, na área de abrangência no período de 1998 a 2007; assim, selecionaram-se 41 municípios das mesorregiões Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Central Mineira, Sul/Sudoeste de Minas e Oeste de Minas e as Superintendências Regionais de Saúde (SRS) de Alfenas, Divinópolis, Patos de Minas, Passos, Uberaba e Uberlândia.

#### 4.3 ORGANIZAÇÃO DOS DADOS

Para consolidação das informações, da SCPH e variáveis do uso da terra, em um único banco de dados, tomou-se como ano-base de estudo, o ano de 1996. Utilizou-se a base cartográfica de 1992 constituída por 756 municípios, considerada a última divisão político-administrativa ocorrida até o ano de 1996 (IGA e CETEC, 1994; IPEA, 2008).

Para verificar quais os municípios que originaram os novos municípios após o desmembramento ocorrido no ano de 1991, utilizou-se a fonte de consulta do Instituto de Pesquisas Aplicadas (IPEA, 2008).

A metodologia utilizada consistiu em acrescentar aos municípios da base cartográfica de 1992, as informações referentes aos casos confirmados e aos grandes usos da terra dos municípios, que foram desmembrados, emancipados e que mudaram de nomes, após essa data.

Ocorreu a criação de 97 municípios em Minas Gerais, a partir de 1992, última divisão administrativa anterior ao ano de estudo de 1996. Desses municípios,

somente São José da Barra apresentou caso confirmado de hantavirose; assim sendo, esse caso confirmado foi contabilizado em seu município de origem, ou seja, Alpinópolis. Os outros municípios que apresentaram casos confirmados de SCPH já existiam antes de 1992.

Para verificar as Mesorregiões e seus respectivos municípios de jurisdição, utilizou-se a fonte de consulta do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2006).

O número de casos humanos suspeitos de SCPH, notificados pelos municípios de residência e do número de casos confirmados pelos municípios prováveis de infecção para análise temporal, foram agrupados em tabelas, nas quais os anos permaneceram nas linhas e os números de casos relativos a cada ano, nas colunas, correspondendo ao período de 1998 a 2007. Elaborou-se um banco de dados no programa Excel – versão 2003.

Para análise de tendência do comportamento do número de municípios total e de novos, dos casos de SCPH notificados e confirmados, confeccionaram-se, tabelas no programa Excel, 2003.

Para o mapeamento do número de casos suspeitos e confirmados de SCPH, notificados pelos municípios de residência e pelos municípios prováveis de infecção, respectivamente, utilizou-se, o programa Terraview versão 4.1.

A distribuição espacial dos casos notificados e confirmados de SCPH foi realizada em três períodos distintos: entre 1998 a 2001, entre 2002 a 2007 e entre 1998 a 2007, totalizando seis mapas, três mapas com casos confirmados e três mapas como casos notificados. A divisão destes períodos deveu-se à diferença na notificação de casos.

Os dados relacionados à análise espacial dos Locais Prováveis de Infecção (LPI) foram agrupados e produziram-se tabelas no programa Excel – versão 2003, nas

quais os anos permaneceram nas linhas e os dados do georreferenciamento dos LPI, dos casos confirmados, nas colunas.

Para elaboração do mapa utilizaram-se dados dos LPI, dados da vegetação e da atividade agrícola (IBAMA, 2007). O mapa adaptado foi elaborado no Programa Terraview 4.1.

Para avaliação de presença de conglomerados de LPI dos casos confirmados SCPH, foi realizada uma abordagem hierárquica. Os conglomerados são representados graficamente no espaço de tempo. As identificações dos conglomerados em primário, secundário e terciário e sua consistência relativa vão variar em função da proximidade dos LPIs. Foi utilizado o Programa Satscan 7.0 e Terraview versão 4.1, para seu posterior mapeamento.

Para comparação entre as mesorregiões com caso e com conglomerados de caso de SCPH e as mesorregiões com casos e sem conglomerados de caso de SCPH, no mesmo período realizou-se um estudo de caso e controle, considerando-se as características relacionadas à epidemiologia da SCPH e ao uso da terra, pelo Programa Epiinfo 3.5.3.

Para consolidação e análise da distribuição espacial da terra, de acordo com os grandes usos da terra, elaborou-se um banco de dados no programa Excel – versão 2003, com os dados das variáveis dos grandes usos da terra e as variáveis relacionadas à produção de grãos em tonelada; como também área plantada em hectare do município de arroz, feijão, cana-de-açúcar e milho, agregados de cada município obtidos nos Censos Agropecuários de Minas Gerais, conforme Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, nos anos de 1995-96 e 2006 (IBGE, 1996; IBGE, 2006).

Os valores agregados de cada município foram dispostos nas linhas por variável dos grandes usos da terra e, posteriormente, dividiu-se o valor absoluto de cada uma delas pelo total da área de uso da terra de

cada município, multiplicando-se por 100. Assim, obtiveram-se os valores relativizados de cada variável em relação a todos os usos da terra no município. Pôde-se então mapeá-los a partir dos dados relativos em percentagem.

Para análise espacial dos grandes usos da terra, utilizou-se a classificação pela técnica estatística do quartil, obtendo-se assim quatro classes correspondentes aos intervalos de quartis, ou seja, abaixo de 25% (fraco uso da terra), de 25 a 50% (médio uso da terra); 50 a 75% (forte uso da terra); 75 a 100% (muito forte uso da terra).

Nos dois períodos estudados - 1995-96 e 2006 - cada mesorregião foi comparada entre si e com as demais, conforme a reclassificação da área de cada grande uso da terra. Assim, de acordo com os quatro tipos de classificação citados acima, calcularam-se o número e percentual de municípios de cada mesorregião, por cada variável estudada do uso da terra, nos dois períodos. Pôde-se observar reclassificação da área de determinada variável de uso da terra, de forte e muito forte uso para fraco e médio uso, ou vice-versa, na mesorregião.

Foram apresentados em figuras os mapeamentos das variáveis do uso da terra, de acordo com os dados dos Censos Agropecuários de Minas Gerais do IBGE, anos de 1996 e 2006, distintamente para cada município de Minas Gerais, nos quais se utilizou o Programa Terraview versão 4.1.

Os mapas dos casos humanos confirmados de SCPH, LPI, vegetação e grandes usos da terra foram confrontados e elaborou-se a análise da distribuição e evolução espacial da SCPH e dos grandes usos da terra, no período de 1996 a 2007. Observou-se a intensidade da utilização da terra para determinado tipo de variável do uso da terra, em detrimento à condição da presença ou não de casos de SCPH, em cada mesorregião.

Para realizar a análise da relação entre a SCPH e os grandes usos da terra, elaborou-se tabela do programa Excel-versão 2003,

com os dados das variáveis dos grandes usos da terra e da condição da presença de caso autóctone de SCPH, no município. Assim, selecionaram-se 41 municípios.

A avaliação dos grandes usos da terra, bem como, em especial, a área plantada e de produção em tonelada por ano, de arroz, cana-de-açúcar, feijão e milho, foi elaborada sob a condição da presença de caso de SCPH nos municípios.

As tabelas foram organizadas de modo a que os municípios das Superintendências ou Gerências Regionais de Saúde e das Mesorregiões, com a notificação de casos confirmados de SCPH, permanecessem nas linhas, nos dois períodos considerados - 1995-96 e 2006 - mais o total de casos confirmados no período de 1998 a 2007, dos seus respectivos municípios, bem como as variáveis dos grandes usos da terra, que permaneceram nas colunas.

#### 4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi realizado um estudo observacional retrospectivo sobre a SCPH no período de 1998 a 2007, e os grandes usos da terra, em 1995-96 e 2006.

Um estudo descritivo do número de casos de SCPH, em função da distribuição temporal, foi realizado no intuito de identificar a tendência da ocorrência dos casos descritos no período de estudo.

Análise espacial dos casos foi realizada pela identificação de conglomerados de locais prováveis de infecção relacionados aos casos de SCPH, em 1998 a 2007, com o auxílio do programa Satscan versão 7.0. para microcomputador.

Análise de *Odds Ratio* no estudo de caso e controle entre as mesorregiões com casos e conglomerados de casos e as mesorregiões, com casos e sem conglomerados de casos, no mesmo período, com auxílio do programa Epiinfo versão 3.5.3.

Para a percepção dos fatores estudados, SCPH e variáveis dos grandes usos da terra, nos momentos históricos, 1995-96 e 2006, analisou-se o conjunto destes dois universos pelo método de análise multivariada de componentes principais (ACP), descrita por Judez (1989) e Mingoti (2005), com auxílio do programa Stata versão 12.0, para microcomputador. Esta técnica permite visualizar graficamente as variáveis no mesmo plano dimensional e estabelecer as eventuais relações entre elas; e, destas, com a condição de haver ou não, caso humano de SCPH, tendo como objetivo manter o maior percentual de inércia possível no sistema das relações de variáveis.

As variáveis elencadas do uso da terra foram: lavoura temporária, lavoura permanente, floresta natural e floresta plantada, pastagem natural, pastagem plantada, as variáveis de área plantada e produção em toneladas de arroz, cana-de-açúcar, feijão e milho, nos dois períodos, 1995-96 e 2006, além do número de total de casos confirmados autóctones de SCPH nos municípios, no período de 1998 a 2007.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA SÍNDROME CARDIOPULMONAR POR HANTAVÍRUS

Foram analisadas as notificações dos 839 casos notificados, sendo destes, 193 casos confirmados de SCPH no período estudado em municípios de Minas Gerais.

O número de casos humanos notificados e confirmados de SCPH, conforme SINAN (Sistema Nacional de Agravos de Notificação) em Minas Gerais, no período de 1998 a 2007, estão sumarizados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. Segundo os dados da Tabela 1, verifica-se um progressivo aumento da notificação dos casos suspeitos, e uma crescente dispersão das notificações no Estado, chegando a 839 casos suspeitos notificados até dezembro de 2007.

Tabela 1. Número de casos notificados da Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus em mesorregiões de Minas Gerais, 1998 a 2007.

Mesorregião	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total	
											Nº	%
Campo das Vertentes	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0,24
Norte	0	0	0	0	0	0	0	1	4	1	6	0,72
Vale Rio Doce	0	0	0	0	0	0	6	3	3	2	14	1,67
Zona da Mata	0	0	0	0	2	2	5	3	1	2	15	1,79
Noroeste	0	0	0	0	0	1	4	1	8	6	20	2,38
Central Mineira	0	0	0	0	2	5	14	7	3	0	31	3,69
Oeste de Minas	0	0	0	0	2	2	9	15	14	9	51	6,08
Metropolitana	0	0	0	0	4	22	26	18	27	5	102	12,16
Sul/Sudoeste de Minas	0	1	0	0	13	45	49	33	20	20	181	21,57
Triângulo/Alto Paranaíba	2	2	10	5	18	41	75	95	94	75	417	49,70
Total	2	3	10	5	41	118	188	177	174	121	839	100,00

Desde a primeira notificação em 1998 até o ano de 2002, foram notificados como suspeitos 61 casos de SCPH, sendo que 33, confirmados, atingindo um percentual de positividade de 54,1%. No período de 2003 a 2007 foram notificados 778 casos da enfermidade, dos quais 160 foram confirmados para hantavirose, com o percentual de positividade de 21% (Tabela 1 e Tabela 2).

A mesorregião Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba destaca-se entre as

mesorregiões, pois concentrou 49,70% (417) dos casos notificados e 67,36% (130) dos casos confirmados de SCPH.

Também foram observados casos confirmados na mesorregião Sul/Sudoeste de Minas (22,8%), além de Oeste de Minas (5,2%) e Central Mineira (1,6%). Em 3,1% dos casos não foi possível identificar o município de infecção; em virtude disto, o número de casos confirmados de infecção, por município, foi de 187 (Tabela 1 e Tabela 2).

Tabela 2. Número de casos confirmados da Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus em mesorregiões de Minas Gerais, 1998 a 2007.

Mesorregião	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total	
											Nº	%
Central Mineira	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	3	1,55
Oeste de Minas	0	0	0	0	0	1	1	4	3	1	10	5,18
Sul/Sudoeste de Minas	0	0	0	0	5	9	15	6	5	4	44	22,80
Triângulo/Alto Paranaíba	1	3	9	5	9	9	20	27	23	24	130	67,36
Ignorado	1	0	0	0	0	1	2	1	1	0	6	3,11
Total	2	3	9	5	14	21	39	39	32	29	193	100,00

Verificou-se, pelas Tabelas 1 e 2, um aumento progressivo do número de casos notificados e confirmados de SCPH, nos dois períodos analisados, o que sugere uma sugestiva sensibilidade na notificação da doença no Estado. No período de 1998 a 2002, o conhecimento da enfermidade era limitado por parte do sistema de saúde, da população, sendo o sistema de notificação pouco flexível, fator que pode ter contribuído para esse cenário - conforme sugerido por Santos e Garrett (2005).

Por outro lado, verifica-se no período entre 2003 a 2007, um aumento de casos notificados e confirmados de SCPH, graças à evolução da capacidade diagnóstica e mais sensibilidade do sistema de saúde, particularmente em áreas onde já houvera registro de casos, devido a uma maior divulgação da epidemiologia e clínica da SCPH, por meio de capacitações dos

profissionais de saúde e implantação do Protocolo de Febres Hemorrágicas (SES, 2002), o que sugere uma contribuição para se ampliar a notificação e confirmação da enfermidade, no Estado. Uma intensificação e/ou implementação de ações de vigilância do hantavírus, a identificação e a definição de fontes de referência para notificação dos casos nos municípios e nas Unidades Regionais de Saúde também contribuíram, positivamente, conforme sugerido também pelos autores Santos e Garrett (2005), Limongi *et al.*(2007), Donalísio *et al.*(2008).

O mesmo pode se verificar com relação ao número de municípios com casos de SCPH durante o período analisado. Conforme a Tabela 3 e Figuras 3 a 5, a notificação dos casos ocorreu em 23 municípios no período de 1998 a 2002, enquanto no período seguinte, de 2003 a 2007, a notificação ocorreu em 122 municípios novos.

Tabela 3. Número de casos notificados da Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus em municípios de Minas Gerais, 1998 a 2007.

Ano	Nº de Casos Notificados	Nº Municípios	Municípios Novos	Municípios Novos Acumulados	% Municípios Acumulados.
1998	2	1	1	1	0,69
1999	3	2	1	2	1,38
2000	10	3	2	4	2,76
2001	5	3	1	5	3,45
2002	41	21	18	23	15,86
2003	118	37	25	48	33,10
2004	188	62	35	83	57,24
2005	177	62	31	114	78,62
2006	174	60	24	138	95,17
2007	121	48	7	145	100,00
Total	839	...	145	...	...

Conforme Tabela 3, o incremento de 23 municípios novos com casos suspeitos notificados ocorreu no período de 1998 a 2002, comparado ao período entre 2003 a

2007, com 122 municípios novos que notificaram casos suspeitos da SCPH em Minas Gerais.

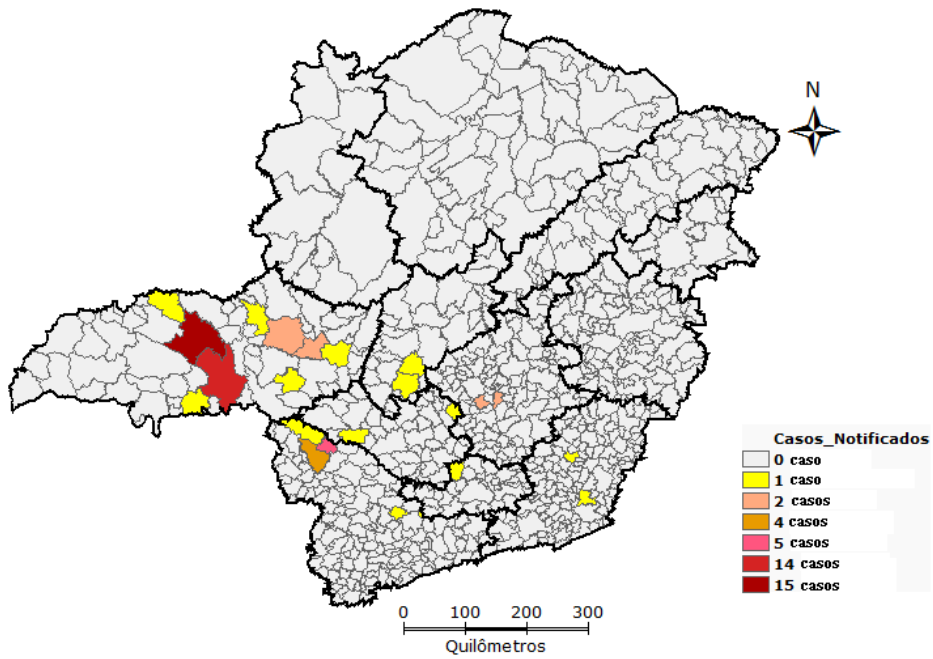


Figura 2. Municípios de Minas Gerais com casos notificados da Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus, 1998 a 2002.

Verifica-se, pela distribuição espacial em Minas Gerais, um aumento no número de municípios do período de 1998 a 2002 com

casos notificados de SCPH, em relação ao período de 2003 a 2007 (Figuras 2 e 3).

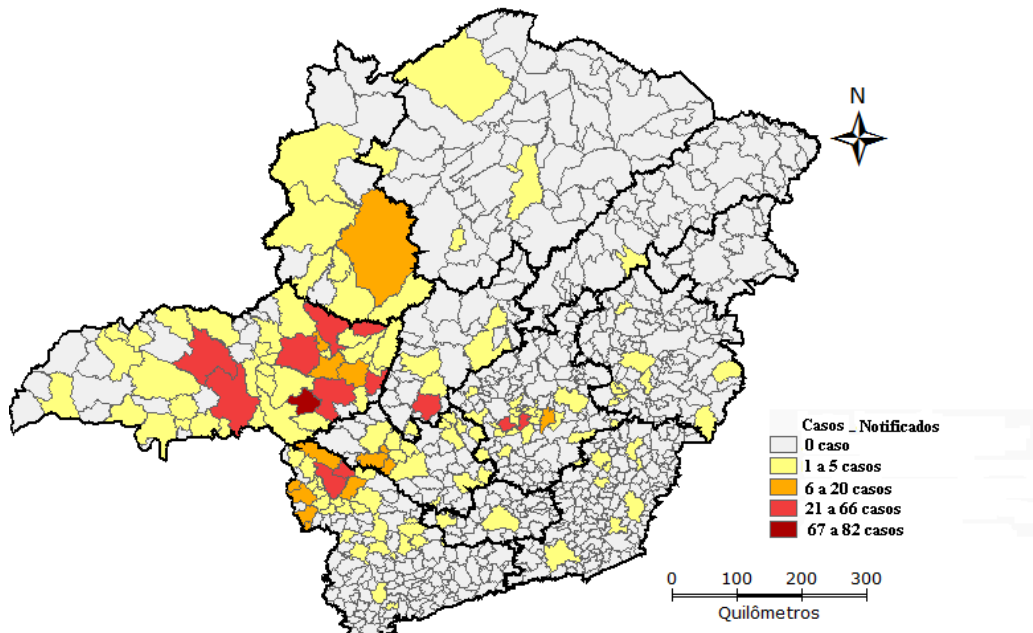


Figura 3. Municípios de Minas Gerais com casos notificados da Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus, 2003 a 2007.

Conforme a Figura 4, ocorreu notificação de casos de SCPH na quase totalidade das mesorregiões de Minas Gerais, com

exceção da Mesorregião do Vale do Mucuri, que não notificou nenhum caso.

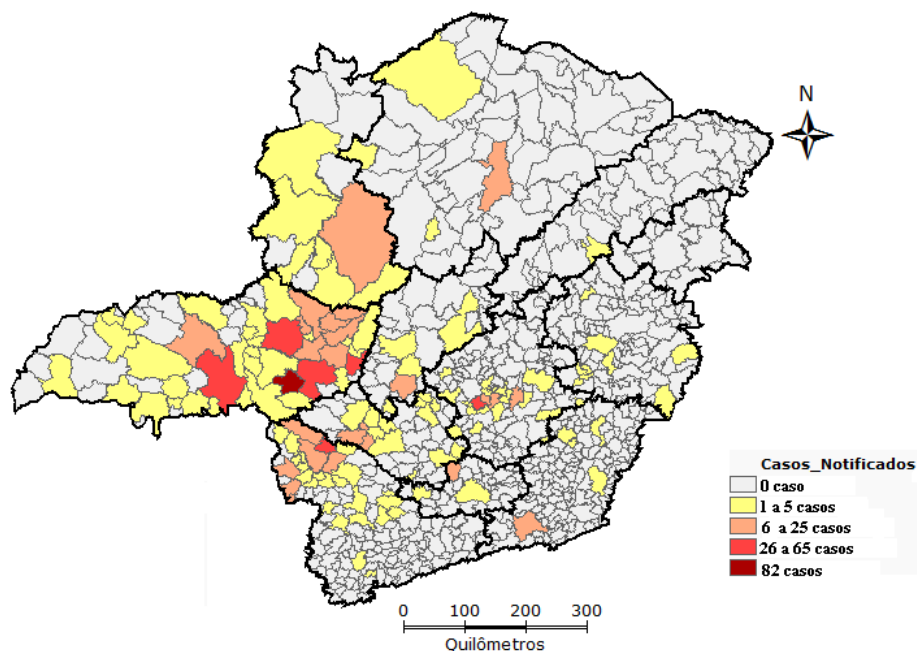


Figura 4. Municípios de Minas Gerais com casos notificados da Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus, 1998 a 2007.

A mesma tendência foi observada na distribuição espacial dos casos confirmados de SCPH, em que foram contabilizados 13 municípios no período entre 1998 a 2002,

enquanto outros 28 municípios notificaram casos autóctones confirmados de SCPH - no período entre 2003 a 2007 (Tabela 4).

Tabela 4. Número de casos confirmados da Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus em municípios de Minas Gerais, 1998 a 2007.

Ano	Nº de Casos Confirmados	Nº de Municípios	Municípios Novos	Municípios Novos Acumulados.	% Municípios Acumulados.
1998	1	1	1	1	2,44
1999	3	2	2	3	7,32
2000	9	3	2	5	12,20
2001	5	3	1	6	14,63
2002	14	9	7	13	31,71
2003	20	11	6	19	46,34
2004	37	18	7	26	63,41
2005	38	22	9	35	85,37
2006	31	15	2	37	90,24
2007	29	14	4	41	100,00
Total	187	...	41	...	...

Observam-se somente duas mesorregiões, Triângulo/Alto Paranaíba e Sul/Sudoeste de

Minas, com casos confirmados de SCPH, no período de 1998 a 2002 (Figura 5).

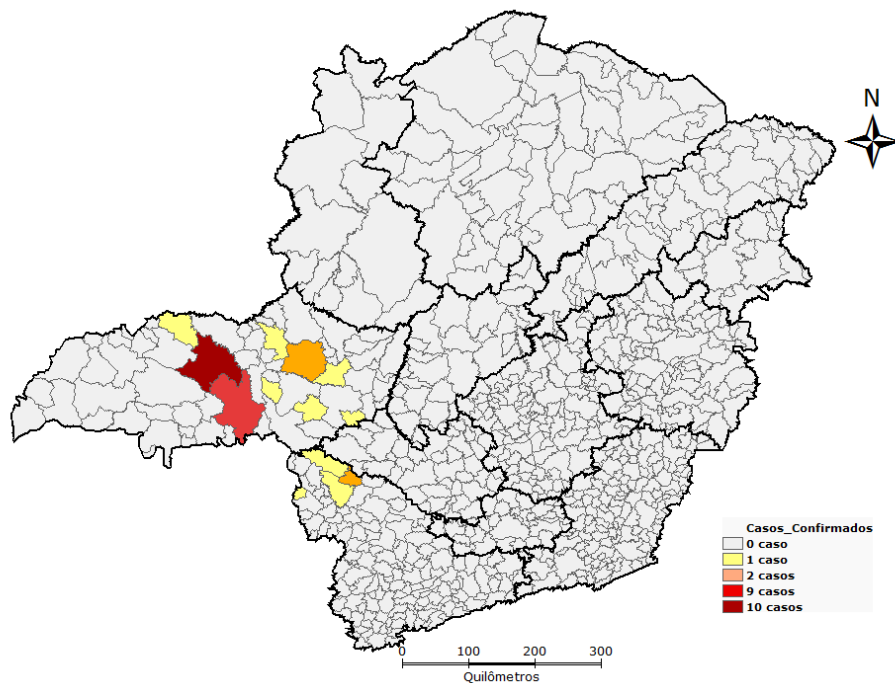


Figura 5. Municípios de Minas Gerais com notificação de casos confirmados da Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus, 1998 a 2002.

Nos anos de 2003 a 2007, ocorreu aumento no número de mesorregiões, com casos confirmados: Triângulo/Alto Paranaíba, Central Mineira, Sul/Sudoeste de Minas e Oeste de Minas (Figura 6).

Anteriormente os casos estavam restritos ao Sul/Sudoeste de Minas e Triângulo Mineiro,

conforme relatado por Ferreira *et al.* (2000), Ferreira (2003) e Limongi *et al.* (2007); em seguida, ocorreu a confirmação nas mesorregiões Central Mineira e Oeste de Minas, perfazendo um total de 41 municípios com casos confirmados de SCPH, período de 1998 a 2007 (Figura 7).

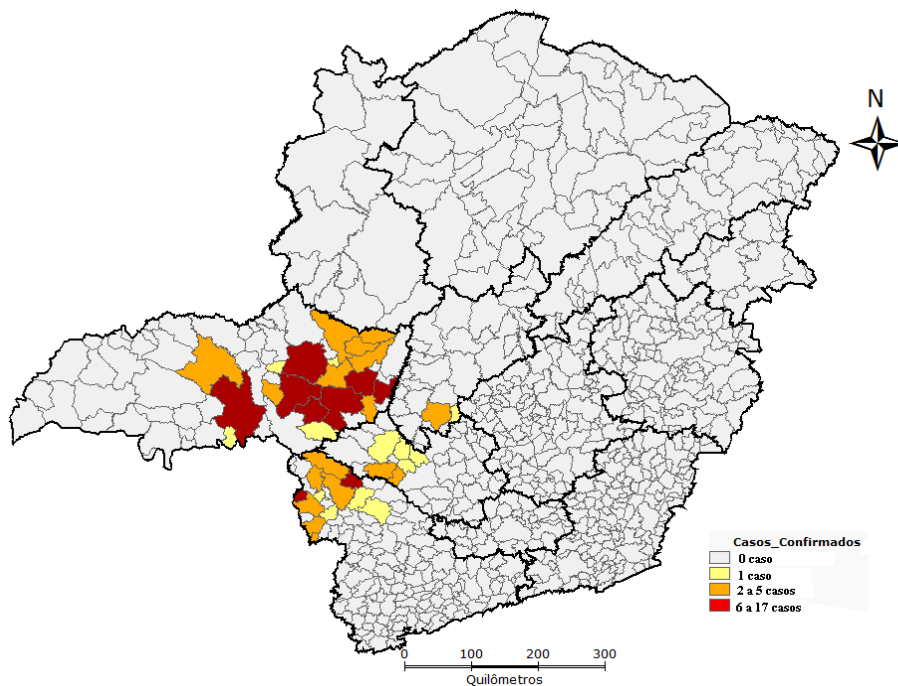


Figura 6. Municípios de Minas Gerais com notificação dos casos humanos confirmados da Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus, 2003 a 2007.

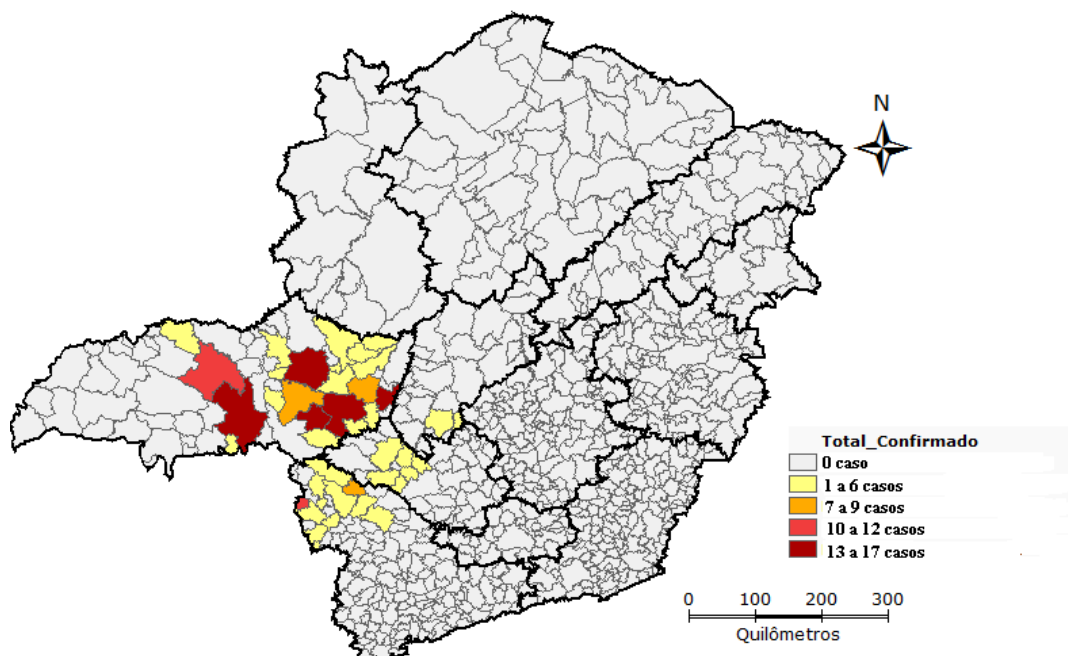


Figura 7. Municípios de Minas Gerais com notificação de casos confirmados da Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus, 1998 a 2007.

A área que possui casos confirmados é uma região que vem apresentando casos durante todo o período estudado, sendo que a Mesorregião do Triângulo/Alto Paranaíba contribui com mais alto número de casos confirmados e notificados, conforme já observado.

Após a notificação do primeiro caso em Minas Gerais, em 1998, a vigilância na SCPH foi implantada nas Unidades Regionais de Saúde da Secretaria de Estado de Saúde, Alfenas, Divinópolis, Passos, Patos de Minas, Uberaba e Uberlândia, situadas nas Mesorregiões com casos confirmados (Figura 7). Cada Unidade Regional de Saúde foi capacitada na vigilância dessa enfermidade e detém, desde então, referências técnicas na vigilância da SCPH, o que contribui para notificação e investigação criteriosa da enfermidade, implementação das ações de controle e prevenção, além de ações em educação em saúde realizadas com a população e profissionais multissetoriais nos locais que apresentaram casos notificados e confirmados de SCPH, o que conjumina a Santos e Garrett (2005).

A utilização do espaço nesse campo da saúde é fundamental para a busca do risco (Monken *et al.*, 2008). Nessas regiões que apresentaram casos confirmados de SCPH, verifica-se uma interação do serviço de saúde, Unidades Regionais de Saúde com a população e com os profissionais de saúde e de outras áreas afins, como EMATER, IMA, produtores rurais e indústrias presentes na região. Cada caso de SCPH confirmado, além da investigação *in loco*, foi relatado buscando suas peculiaridades em relação ao território, suas interações na organização sócio-espacial, cultural e econômica, o que identificou as formas de exposição ao SCPH, e que conjumina com Monken e Barcellos (2005) e Godim *et al.* (2008).

Conforme a distribuição temporal dos casos de SCPH - segundo mês de início dos sintomas - observa-se que esses ocorreram ao longo do ano, no entanto, com uma mais nítida concentração entre os meses de março a agosto, com 148 casos (76,5%), conforme observado na Figura 8. Durante os dez anos de avaliação não se registraram casos no mês de novembro.

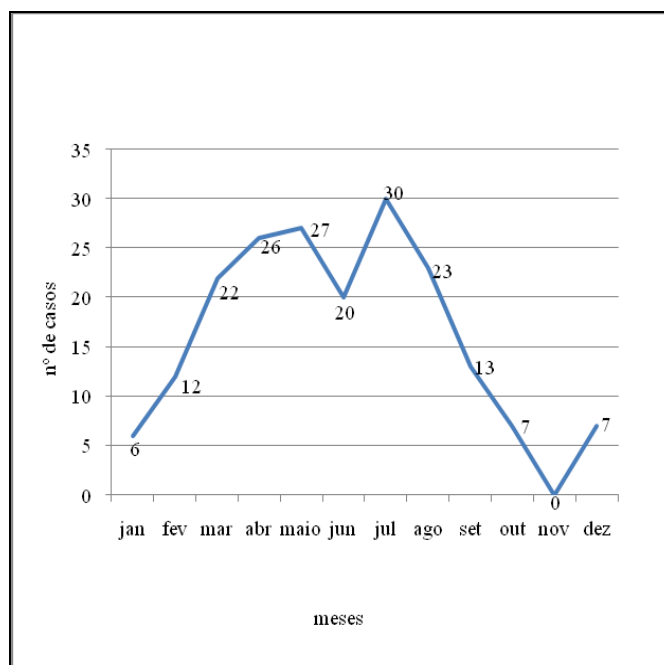


Figura 8. Casos confirmados da Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus em Minas Gerais, segundo o mês do início dos sintomas, 1998 a 2007.

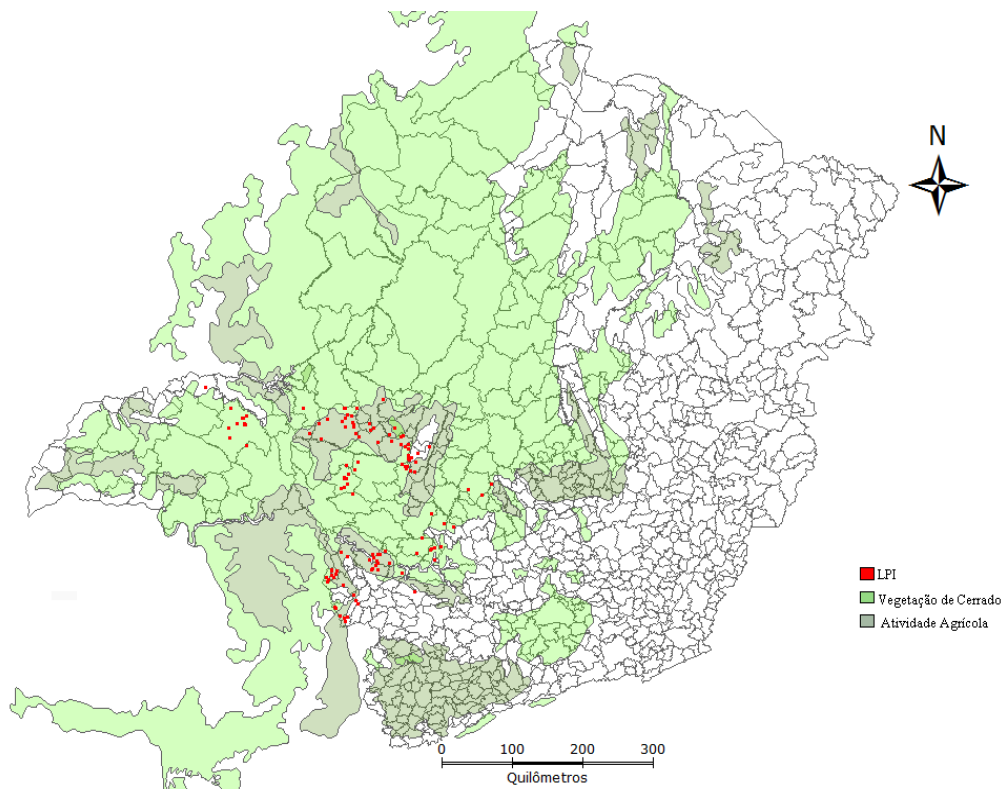
Assim, observa-se que os casos ocorreram com mais concentração nos meses de março a agosto, correspondendo aos meses mais secos do ano, quando há maior densidade populacional de roedores, devido a uma disponibilidade de alimentos na época da colheita (Pereira, 2007). Por conseguinte, o período das chuvas, seguido do período de secas, estão relacionados ao aparecimento de casos de hantavirose, uma vez que nessa época há o armazenamento da colheita, com uma ampliação da área de ocorrência do roedor, que vai buscar alimentos nos locais mais próximos do homem - lugares de armazenamento, muitas vezes inadequados, precários, o que facilita o acesso do reservatório (Glass *et al.*, 2000; Gubler *et al.*, 2001). Esse armazenamento da colheita, associado ao hábito de limpeza desses locais, estreita o contato entre os roedores infectados e as pessoas, possibilitando a transmissão da SCPH (Pereira *et al.*, 1999; Silva-Vergara *et al.*, 2002; Ferreira, 2003; Pereira, 2007; Limongi *et al.*, 2007 e Bredt *et al.*, 2008).

As interações espaço-temporais relacionam-se à sazonalidade e à existência de condições ecológicas particulares, dentre as quais, a distribuição regional do roedor positivo para SCPH, *Necromys lasiurus*, em seu limite geográfico, o Cerrado, a densidade populacional de roedores e sua

interseção com o homem, com o que concordam Mills e Childs (1998), Baró *et al.* (2004), Enria e Lewis (2004), Suzuki *et al.* (2004), Suzán *et al.* (2009), Donalísio *et al.* (2008), Bredt *et al.* (2008).

Associa-se ao fato, que o período reprodutivo do *Necromys lasiurus*, principal roedor transmissor da hantavirose no Cerrado, começa simultaneamente ao início das chuvas, em outubro, quando atinge seu pico populacional em janeiro. Os roedores adultos apresentam maior soroprevalência de anticorpos contra o hantavírus em março, devido a crescentes probabilidades de exposição ao vírus, contraído em brigas e disputas - conforme sugerido por Pereira (2006).

Os dados relacionados à análise espacial dos locais prováveis de infecção dos casos humanos confirmados de SCPH estão distribuídos na Figura 9. Foram identificados 129 LPIs, sendo cada um destes, referente a um caso confirmado, correspondendo a 68,98% do total de casos confirmados (187). Através da identificação desses LPI, observou-se que 127 LPIs (98%) foram identificados em área rural e dois (2%) deles em área periurbana, contígua à área rural, o que concorda com Busch *et al.* (2004) na Argentina, Donalísio *et al.* (2008) e Henkes e Barcellos (2004) no Brasil.



Fonte: Mapa adaptado, IBAMA (2007).

Figura 9. Locais Prováveis de Infecção (LPI) dos casos confirmados da Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus em Minas Gerais, 1998 a 2007.

A identificação de cada LPI foi realizada após uma investigação criteriosa do caso confirmado de SCPH, sendo que, além da Ficha de Notificação, foi gerado um relatório de investigação, onde observaram-se as interações no território analisado. Esse trabalho de campo, além da identificação do LPI, apreendeu o conjunto das relações do caso confirmado com seu território, estabelecendo pistas para a identificação da provável forma de infecção (Monken e Barcellos, 2005).

Associado a isso, a área de ocorrência de casos é habitat natural do roedor *Necomys lasiurus*, principal transmissor do vírus *Araraquara*, causador da hantavirose em Minas Gerais, sendo o reservatório primário do *hantavírus* na região de Cerrado, conforme observado por Bredt *et al.* (2008) e Santos (2009) no Distrito Federal, Souza *et al.* (2002) e Suzuki *et al.* (2004) em São Paulo e Minas Gerais e Pereira (2006),

corroborando com a presença de casos confirmados de hantavirose, nessa região.

Young *et al.* (1998) também confirmam que os padrões de associação entre o vírus e seu reservatório envolvem vários fatores, que cada tipo de vírus se associa a uma espécie de roedor. O mesmo foi observado por Baró *et al.* (1999), por, Lee *et al.* (1978) sobre o vírus *hantaan* com o roedor *Apodemus agrarius* na Coréia. Nichol *et al.* (1993) e, em seguida, Childs *et al.* (1994) e Netski *et al.* (1999) identificaram a relação entre o roedor *Perydomys maniculatus* e o vírus *Sin Nombre*. Padula *et al.* (2004); na Argentina, verificou-se a relação entre o vírus *Andes* e o roedor *Oligoryzomys longicaudatus*; Suzuki *et al.* (2004) do roedor *Oligoryzomys nigripis* e o vírus *Juquitiba* em Juquitiba/SP e Rosa *et al.* (2005) do roedor *Oligoryzomys fornesi* com o vírus *Anajatuba*, no Maranhão.

Além disso, conforme a Figura 9, os casos confirmados de SCPH estão ocorrendo no Cerrado, que está modificado por intervenção antrópica para a produção agrícola. Esse resultado corrobora com diversos autores, como Figueiredo *et al.* (2001), Ferreira (2003), Pereira (2006), Bredt *et al.* (2008), Santos (2009) no Brasil, Olsson *et al.* (2009) na Suécia, Sosa-Estani *et al.* (2001) na Argentina.

A análise espacial dos LPIs mostrou que se identificaram regiões do Estado com conglomerados de casos humanos de SCPH (Figura 10). Pela abordagem hierárquica, foi identificado um

conglomerado primário, entre 1998 a 2002 - considerado o mais significativo dos outros dois conglomerados nos anos de 2003 e 2007 - identificados como secundários.

A identificação do conglomerado primário, no período inicial, mostra que os LPI's dispostos no espaço apresentaram alta densidade nessa área, sendo a mais significativa obtida no período. Esses resultados corroboram com Silva *et al.* (2005) e Andrade e Duarte (2011), que ratificam a importância da identificação de conglomerados para o entendimento da ocorrência e distribuição de uma doença.

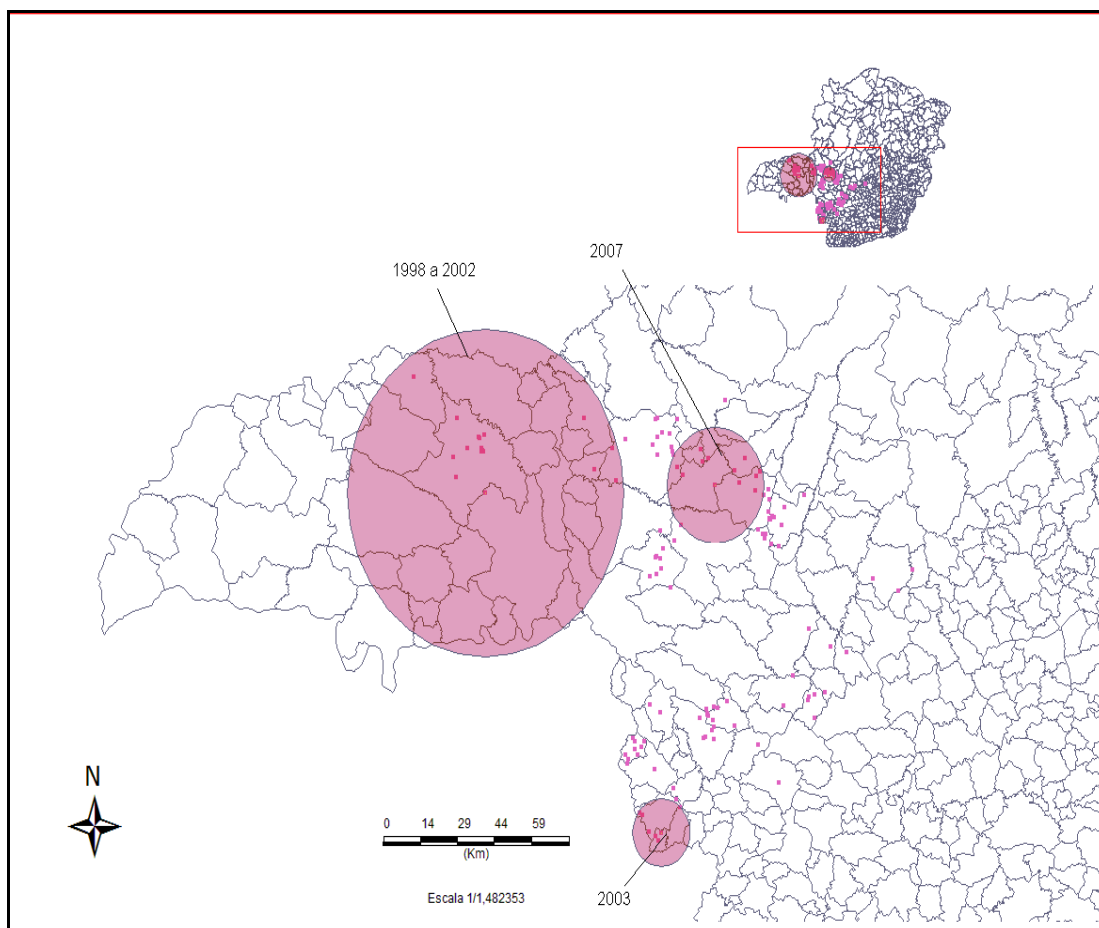


Figura 10. Conglomerado de LPI dos casos confirmados da Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus, Minas Gerais, 1998 a 2007.

Conforme se observa na Figura 10, o conglomerado de LPI observado entre os anos de 1998 a 2002 se localiza na mesorregião do Triângulo/Alto Paranaíba. Este apresentou 13 casos confirmados, quando o esperado seria de 2,6 casos ( $p=0.000059$ ), 47% do total de casos no Estado. Na mesma mesorregião, no ano de 2007, foi identificado outro conglomerado (Figura 10), com 10 casos confirmados, sendo que o esperado seria de 1,95 casos ( $p = 0.0018$ ).

A mesorregião do Triângulo/Alto Paranaíba apresentou uma chance de 5,73 vezes maior de ter município com caso confirmado, em relação à mesorregião do Sul/Sudoeste de Minas ( $OR = 5,73$ ;  $p = 0,0019$ ) no período de 1998 a 2002; no

período de 2007, a chance dessa mesorregião ter municípios com caso confirmado em relação às demais, Oeste de Minas e Sul/Sudoeste de Minas, foi 12,73 vezes maior ( $OR=12,73$ ;  $p = 0,000003$ ) conforme Tabela 5.

O conglomerado de LPI, observado na mesorregião Sul/Sudoeste de Minas, no ano de 2003 (Figura, 10), correspondeu a seis casos confirmados e o número de casos esperados foi de 0,84 ( $p = 0,020$ ). Esses, observados, corresponderam a 24% do total no Estado e 56% dos casos dessa mesorregião, no período. Apesar disso, a chance de esta mesorregião apresentar municípios com casos não foi significativa ( $OR=0,79$ ;  $p = 0,695$ ) conforme a Tabela 5.

Tabela 5. Razão de chance de municípios das mesorregiões de Minas Gerais que apresentaram conglomerados de LPI de casos confirmados da Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus.

Ano	Mesorregião	Nº Municípios		OR	Intervalo de Confiança 95%	Valor de p
		Caso	Controle			
<b>1998 a 2002</b>	<b>Triângulo/Alto Paranaíba</b>	<b>9</b>	<b>55</b>	<b>5,73</b>	<b>1,53 a 23,18</b>	<b>0,001915</b>
	Sul/Sudoeste de Minas	4	140	0,17	0,04 a 0,66	0,001915
<b>2003</b>	<b>Sul/Sudoeste de Minas</b>	<b>5</b>	<b>139</b>	<b>0,79</b>	<b>0,20 a 2,99</b>	<b>0,695058</b>
	Triângulo/Alto Paranaíba	4	60	2,00	0,47 a 7,95	0,272975
	Central de Minas	1	29	0,83	0,48 a 3,90	0,862110
	Oeste de Minas	1	42	0,54	0,03 a 4,30	0,559365
<b>2007</b>	<b>Triângulo/Alto Paranaíba</b>	<b>11</b>	<b>53</b>	<b>12,73</b>	<b>3,13 a 59,90</b>	<b>0,000003</b>
	Sul/Sudoeste de Minas	2	142	0,11	0,02 a 0,54	0,000795
	Oeste de Minas	1	42	0,36	0,02 a 2,74	0,307350

Foram observados outros dois conglomerados de LPI, nos anos de 2005 e 2004, porém, sem valores significativos,  $p = 0.844$  e  $p = 0.872$ , respectivamente.

Tendo a análise dos dados, georreferenciada, facilita a compreensão do espaço na produção e disseminação de doenças e agravos à saúde, por constituir uma ferramenta do processo de gestão de risco e do planejamento em saúde (Bonfim e Medeiros, 2008). A ocorrência de conglomerados de casos observada na

Figura 10 - Triângulo/Alto Paranaíba - concorda que essa é uma mesorregião com mais probabilidade de novas ocorrências de casos em relação às demais estudadas.

Com relação à mesorregião do Sul/Sudoeste de Minas, o aparecimento de um conglomerado de locais de infecção foi devido a uma maior sensibilização da notificação desses casos, e por situações epidemiológicas específicas de transmissão da SCPH, já que os primeiros notificados nessa mesorregião ocorreram em 2002,

concordando com Santos e Garrett (2005) e Busch *et al.* (2004).

O processo de organização do espaço ocorre conforme a necessidade das atividades que devem desenrolar, quer seja a agricultura, a exploração mineral, o transporte de mercadorias, a produção de energia, a fabricação de produtos ou a construção de cidades (Silva, 2000). Essas mesorregiões estão situadas na região de Cerrado, que dispõe de facilidade de mecanização, além do uso intensivo de tecnologia por parte dos empresários rurais de médio e grande porte, e de possuir uma boa infraestrutura de armazenamento e beneficiamento de grãos, sendo voltadas para atividades pecuárias, principalmente a Mesorregião do Triângulo/Alto Paranaíba (BDMG, 2002; Alcantara *et al.*, 2009 e Bastos e Gomes, 2010).

A relação homem/meio é observada na transmissão da hantavirose, em Minas Gerais, onde o conhecimento do espaço é fundamental para o entendimento da saúde e dessa enfermidade. Os casos ocorreram na região de Cerrado, correlacionados às atividades desenvolvidas pelos pacientes, através da sua relação com o meio em que vivia. As relações sócio-econômicas e a descrição do espaço são fundamentais para elucidar a epidemiologia da hantavirose, o que já foi relatado por Johnson (2008), na descrição da descoberta da transmissão da cólera em Londres, do entendimento da leishmaniose tegumentar americana no Rio de Janeiro, por Kawa e Sabroza (2002).

O conhecimento dos hábitos da população, do reservatório da doença, bem como do espaço em que estão inseridos, são fundamentais para o estudo da SCPH. No Paraná, os números de casos de SCPH diminuíram sensivelmente, após a compreensão da forma de organização do espaço e da epidemiologia da enfermidade na região, da espécie do roedor silvestre,

*Olygoryzomys nigripes*, bem como de seus hábitos, associado a mudanças sociais no local (Rubio *et al.*, 2004).

A epidemiologia da SCPH, em Minas Gerais, relaciona-se à relação do homem com a terra, em seu dia a dia, a hábitos seculares de trabalho no campo, tanto na limpeza de sua residência e seus anexos, quanto no uso da terra para plantio, o que ratifica a importância do estudo do espaço como unidade de análise para compreensão da ocorrência e distribuição espacial da SCPH (Barcellos e Bastos, 1996; Medronho e Werneck, 2004; Busch *et al.*, 2004; Hino *et al.*, 2007).

## 5.2 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS GRANDES USOS DA TERRA

O Cerrado é um Bioma que ocupa praticamente toda a porção central do Brasil, com uma área contínua de 204,7 milhões de hectares, cerca de 24% da superfície do País. Com essa expressiva dimensão, fica susceptível a sensíveis variações no seu domínio em relação ao relevo, solo e clima. Além disso, sofre influência de outros ecossistemas, como o Amazônico, Semi-Árido, Mata Atlântica e Pantanal (Mueller e Martha Jr., 2008). É uma vegetação típica de toda a região centro-oeste de Minas Gerais, onde estão localizadas as Mesorregiões do Triângulo/Alto Paranaíba; Noroeste, Oeste, Sul/Sudoeste de Minas e parte da Central Mineira do estado de Minas Gerais – conforme se verificou na Figura 9.

Com relação à distribuição espacial dos grandes usos da terra relacionado aos Censos Agropecuários de 1995-96 (Figura 11) e 2006 (Figura 12), verifica-se a distribuição das áreas plantadas de lavouras permanentes nos municípios de Minas Gerais.

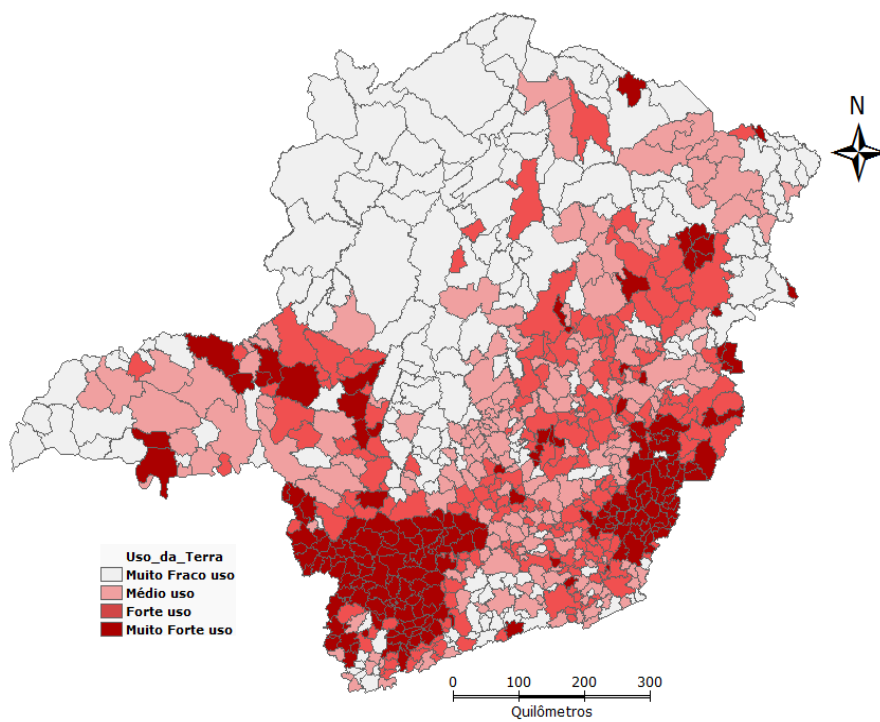


Figura11. Distribuição das áreas de lavoura permanente em Minas Gerais,1995-96.

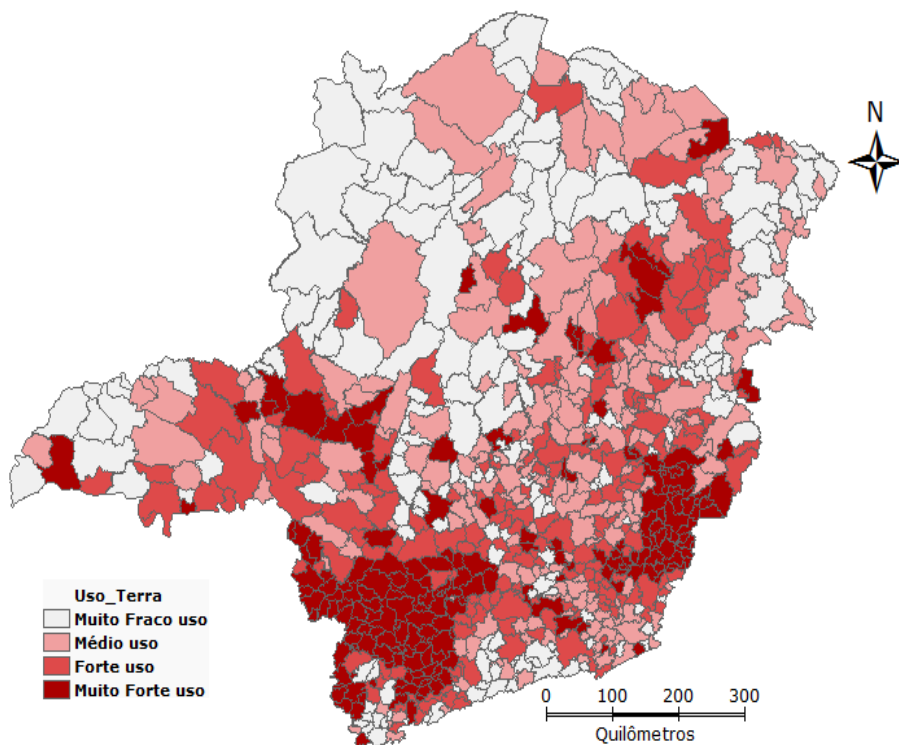


Figura12. Distribuição das áreas de lavoura permanente em Minas Gerais, 2006.

Observa-se que no período analisado ocorreu uma ampliação do percentual da área de lavoura permanente, e um aumento, no ano de 2006, em 86 municípios da distribuição do percentual das áreas de forte e de muito forte uso da terra na plantação dessa lavoura, quando comparado ao ano de 1995-96. Com relação às mesorregiões que apresentaram em 2006 um percentual de municípios com distribuição das áreas de forte e de muito forte concentração de lavouras permanentes, a mesorregião Zona da Mata passou de 67,44% (87) em 1995-96 para 61,21% (79) em 2006. Por outro lado, ocorreu um aumento no percentual de municípios da Mesorregião de Campos das Vertentes, passando de 42,88% (15) em 1995-96 para 57,14% (20) em 2006.

As mesorregiões Oeste de Minas, Sul/Sudoeste de Minas, Central Mineira e Triângulo/Alto Paranaíba apresentaram um aumento do percentual de municípios com uma distribuição das áreas de forte e de muito forte concentração de lavouras permanentes em 2006, quando comparado ao período de 1995-96.

Em 2006, as mesorregiões Oeste de Minas e Sul/Sudoeste de Minas apresentaram 31 (72%) e 105 (73%), respectivamente, dos seus municípios com a distribuição das áreas de forte e de muito forte concentração na plantação de lavoura permanente. Quando comparado ao período de 1995-96, o ano de 2006 teve um aumento de seis municípios na mesorregião Oeste e somente um município na mesorregião Sul/Sudoeste de Minas.

O aumento de municípios com áreas de forte e de muito forte concentração em lavouras permanentes nas mesorregiões de Minas Gerais deve-se, principalmente, à plantação de café na qual, conforme o IBGE (2006) ocorreu um crescimento de 26,5% em relação ao Censo de 1995-96. Bastos e Gomes (2010) concordam com esse

crescimento em Minas Gerais, enfatizando a mesorregião do Noroeste de Minas e Sul/Sudoeste de Minas, sendo que BDMG (2002) já relatava essa última como importante produtora. Associado a isso, BDMG (2002) relata que o café é uma das mais importantes *commodities* do mercado internacional, constituindo importante fonte de divisas para os países produtores, com a introdução de novas variedades de sementes e implementação da área tecnológica.

Verifica-se a distribuição das áreas plantadas em percentual de lavouras temporárias nos anos de 1995-96 (Figura 13) e 2006 (Figura 14), nos municípios de Minas Gerais.

No período analisado ocorreu um aumento de 28,57% (216) municípios em Minas Gerais, que apresentam uma distribuição do percentual das áreas de forte e de muito forte uso da terra na plantação dessa lavoura. Ocorreu também ampliação da área plantada em 413 (54,6%) municípios, correspondendo a 1.005.796 hectares. Verifica-se que, de 1995-96 para 2006, não ocorreu uma expansão significativa na localização espacial das áreas muito forte e forte concentração de lavouras temporárias, em Minas Gerais.

Em 1995-96, as áreas de forte e de muito forte concentração das lavouras temporárias ocorrem nas mesorregiões do Noroeste de Minas, Triângulo/Alto/Paranaíba, Oeste, Sul/Sudoeste de Minas, Campos das Vertentes e Zonas da Mata (Figura 13).

Em 2006, as áreas de forte e de muito forte concentração de lavoura temporária mantêm-se no Noroeste, Triângulo/Alto Paranaíba, Sul/Sudoeste, Oeste e Campos das Vertentes. Nesse período incorporou-se a essa categoria a mesorregião Metropolitana (Figura 14).

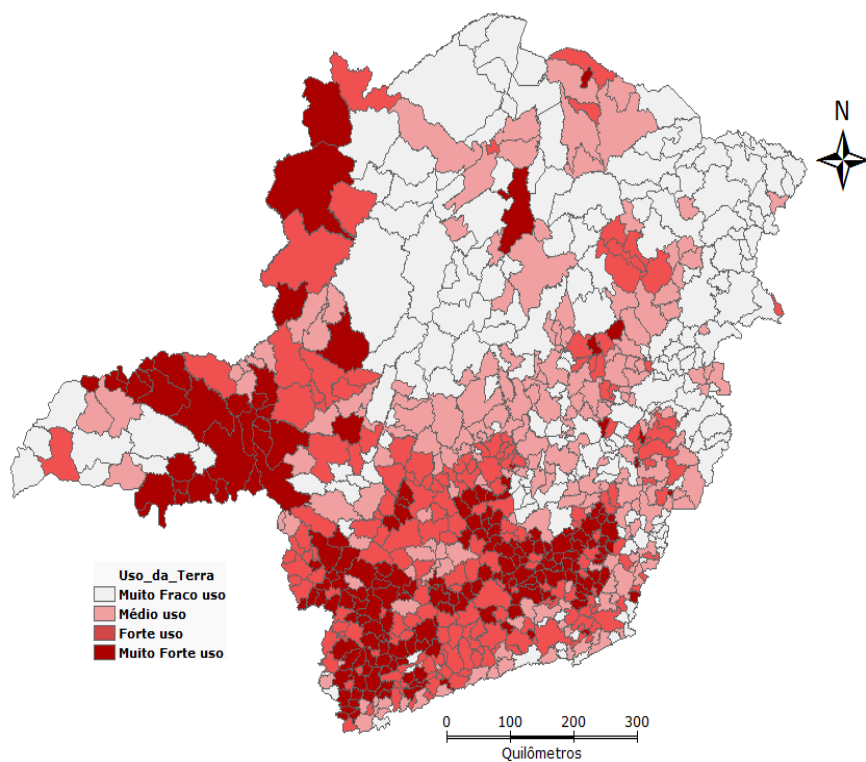


Figura 13. Distribuição das áreas de lavoura temporária, Minas Gerais, 1995-96.

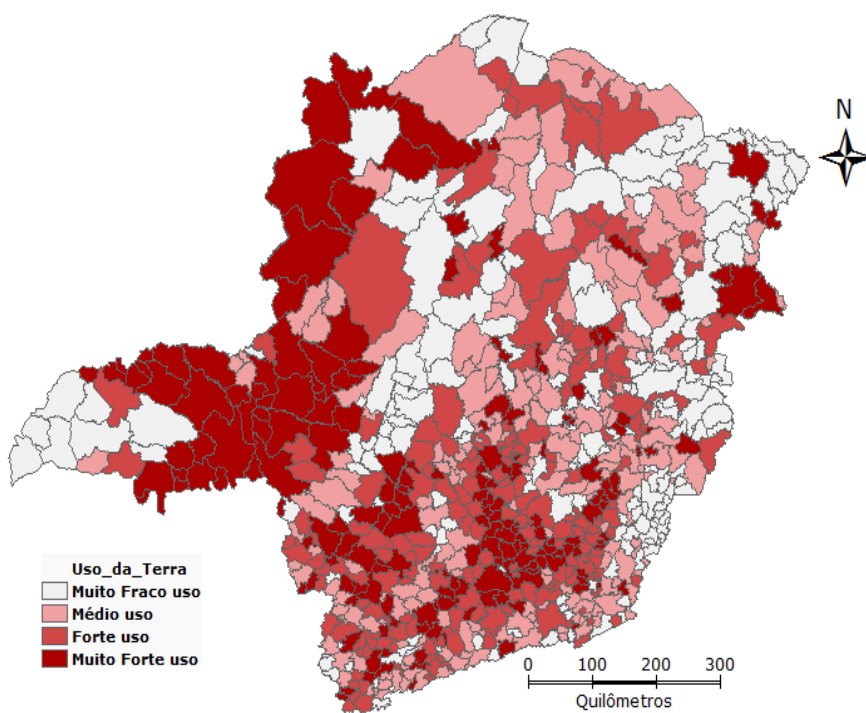


Figura 14. Distribuição das áreas de lavoura temporária, Minas Gerais, 2006.

A concentração e ampliação das áreas com muito forte e com forte concentração de lavouras, tanto temporária quanto permanentes, nas mesorregiões do Noroeste, Triângulo/Alto Paranaíba são devido a reflexos de incremento tecnológico na agricultura em Minas Gerais, principalmente na mesorregião do Triângulo/Alto Paranaíba, concordando com BDMG (2002), IBGE (2006), Alcantara *et al.* (2009). A oferta de terras favoráveis ao cultivo, com ganhos de produtividade alcançados com a utilização de novas tecnologias, apontados, também, pelo Censo de 2006 revelam condições que propiciaram uma maior participação do Brasil no mercado internacional e um melhor abastecimento do mercado interno, ao longo da década. Minas Gerais aumentou em torno de 273 mil hectares de área plantada em lavoura no período, conforme IBGE (2006), Bastos e Gomes (2010) e Alcantara *et al.* (2009). Decorreu uma ampliação da área de “especialização, domínio e predomínio da lavoura, aí incluídas extensas áreas de expansão de culturas comerciais do Cerrado mineiro, de acordo com Mueller e Martha Jr. (2008) e Bastos e Gomes (2010).

Essas áreas com forte e com muito forte concentração de lavouras estão situada na região de Cerrado, que possui uma facilidade de mecanização, além do uso intensivo de tecnologia por parte dos empresários rurais de médio e grande porte e boa infraestrutura de armazenamento e beneficiamento, fato observado por BDMG (2002); Alcantara *et al.* (2009) e Bastos e Gomes (2010).

O deslocamento da produção agropecuária das regiões Sudeste e Sul para o Centro-Oeste e Norte oriundos na década de 70, que persiste até os dias de hoje, repete-se em Minas Gerais, com as regiões do Triângulo/Alto Paranaíba e Noroeste, mesorregiões que lideraram todas as cadeias produtivas mais relevantes do Estado, principalmente a produção de grãos, conforme relatado por Balsan (2006) e Mueller e Martha Jr. (2008).

As distintas condições ecológicas do Cerrado, associadas ao padrão espacial e temporal diferenciado de ocupação e de investimentos em infraestrutura, além dos preços relativos das terras, propiciam o desenvolvimento da agropecuária na região. Além de ostentar características climáticas favoráveis, possui um crescimento da infraestrutura de apoio e produção, fato observado por BDMG (2002), Matos e Pessoa (2003), Balsan (2006) e Mueller e Martha Jr.(2008).

Além disso, regiões de Minas Gerais, principalmente as mesorregiões do Triângulo/Alto Paranaíba; Sul/Sudoeste de Minas, Oeste e Noroeste de Minas tiveram incrementos na composição tecnológica e, conseqüentemente, na produção agrícola, na qual se observa, nestas regiões, um grande potencial de mercado e grande expansão de produção de monocultura voltada para exportação, concordando com Alcantara *et al.*(2009) e Mueller e Martha Jr (2008).

A mesorregião do Triângulo/Alto Paranaíba, que possui em quase em sua totalidade a vegetação de cerrados, associada a uma boa infraestrutura de armazenamento e beneficiamento da produção agropecuária com grande potencial produtivo, tanto para grãos quanto para pecuária, apresenta-se como a principal e mais dinâmica região agrícola em Minas Gerais, com clima favorável e tecnologia intensificada, conforme observado por Ribeiro *et al.* (1998), BDMG (2002), Silva *et al.* (2005) e EMATER (2007).

Na mesorregião Central de Minas e Oeste não ocorreu uma ampliação da área de lavouras. São mesorregiões que possuem pouca diversificação, apesar de uma elevada produção de cana-de-açúcar, feijão e milho, mas sem investimentos em especialização, concordando com Bastos e Gomes (2010).

Verifica-se na Tabela 6 uma ampliação de municípios nas áreas de forte e de muito forte concentração na produção de milho, por tonelada, principalmente nas mesorregiões do Triângulo/Alto Paranaíba;

Oeste; Central Mineira; Sul/Sudoeste; Noroeste e Campos das Vertentes. As restantes não apresentam diferenças significativas de produção no período.

Verifica-se também na Tabela 6, que o percentual de municípios que apresentaram área plantada de milho com concentração forte e com muito forte, nas mesorregiões

do Triângulo/Alto Paranaíba, Oeste, e Sul/Sudoeste de Minas mantiveram-se em ligeiro acréscimo. Em Minas Gerais ocorreu um aumento de 139.513 hectares, nestas mesmas mesorregiões, correspondendo a um crescimento 3,5 vezes maior quando comparado ao crescimento total do Estado, que foi de 37002 hectares no período.

Tabela 6. Número e percentual de municípios das mesorregiões de Minas Gerais com a concentração forte e muito forte de área plantada e produção de milho, em toneladas, 1995-96 e 2006.

Mesorregião	Milho em hectare				Milho em tonelada			
	1995-96		2006		1995-96		2006	
	Município		Município		Município		Município	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Campo das Vertentes	20	57,14	20	57,14	22	62,86	26	74,29
Central Mineira	21	70,00	22	73,33	22	73,33	22	73,33
Jequitinhonha	13	30,23	9	20,93	5	11,63	1	2,33
Metropolitana	24	24,00	24	24,00	34	34,00	35	35,00
Noroeste	13	100,00	13	100,00	13	100,00	13	100,00
Norte	34	69,15	30	56,60	19	35,85	12	22,64
Oeste de Minas	24	55,81	32	74,42	32	74,42	37	86,05
Sul/Sudoeste	78	54,17	84	58,33	96	66,67	110	76,39
Triângulo/Alto Paranaíba	57	89,06	59	92,24	57	89,06	61	95,31
Vale do Mucuri	3	16,67	1	5,56	1	5,56	1	5,56
Vale do Rio Doce	32	38,10	25	29,76	26	30,95	17	20,24
Zona da Mata	52	49,07	42	32,56	50	38,76	42	32,56

Conforme Tabela 6, nesse período ocorreu um aumento na produção de milho em tonelada, fato também observado pelo IBGE (2006), que relata, em Minas Gerais, uma considerável elevação na produtividade desse grão. Isso pode ter se dado graças à tecnologia de cultivo e genética dos materiais utilizados, fato também levado em conta pelo IBGE (2006) e Alcantara *et al.* (2009).

A produção aumentada em Minas Gerais deveu-se principalmente às produções das mesorregiões do Triângulo/Alto Paranaíba, Oeste, Central Mineira, Sul/Sudoeste que, juntas, apresentaram uma diferença positiva com um aumento da produção de milho de

1.769.861 toneladas entre 1995-96 e 2006, correspondendo a 97% do aumento total (1.823.194 toneladas) da produção no período analisado, concordando com EMATER (2007) que também identificou as mesorregiões do Sul/Sudoeste e Triângulo/Alto Paranaíba, com a maior produção de milho em Minas Gerais e IBGE (2006), que observou um aumento significativo no Brasil (47,7%) de produtividade, juntamente com área colhida de 12,2%, proporcionando um crescimento de 65,7% na produção nacional de milho.

Um dos motivos da necessidade do aumento da produtividade desse grão deve-se a um consumo substancial de milho nos

plantéis de ave e suinocultura, como também do consumo industrial e do setor de bovinocultura, em Minas Gerais, concordando com IBGE (2006) e EMATER (2007).

Outro fato que contribui para esse aumento da produção de milho é a disponibilidade de materiais genéticos disponíveis hoje no mercado de sementes, com um potencial de crescimento muito vasto, desenvolvimento de novas variedades híbridas que respondem melhor à adubação e são mais resistentes a pragas e doenças, associado à melhoria do nível tecnológico, no que diz respeito à correção de solo e, principalmente, ao sistema de seu manejo,

envolvendo a rotação de culturas, com soja, com plantio direto e uso de cobertura morta, concordando com IBGE (2006) e EMATER (2007).

Verifica-se, na Tabela 7, uma manutenção das áreas plantadas de cana-de-açúcar com concentração forte e com muito forte, em praticamente todas as mesorregiões de Minas Gerais. As mesorregiões do Norte de Minas e Vale do Mucuri possuem cerca de 80% dos seus municípios com áreas plantadas de cana-de-açúcar nas classes com forte e com muito forte concentração, e também lideram no percentual de municípios com maior produção em toneladas deste produto agrícola.

Tabela 7. Número e percentual de municípios das mesorregiões de Minas Gerais com área plantada e produção de cana-de-açúcar, em toneladas, com muito forte e com forte concentração, 1995-96 e 2006.

Mesorregião	Cana-de-açúcar em hectare				Cana-de-açúcar em tonelada			
	1995-96		2006		1995-96		2006	
	Município		Município		Município		Município	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Campo das Vertentes	8	22,86	8	22,86	9	25,71	11	31,43
Central	20	66,67	19	63,33	22	73,33	18	60,00
Jequitinhonha	29	67,44	30	69,77	26	60,47	28	65,12
Metropolitana	54	54,00	46	46,00	59	59,00	46	46,00
Noroeste	8	61,54	6	46,15	8	61,54	6	46,15
Norte	35	66,04	45	84,91	28	52,83	39	73,58
Oeste	14	32,56	18	41,86	19	44,19	20	46,51
Sul/Sudoeste	41	28,47	45	31,25	47	32,64	49	34,03
Triângulo/Alto Paranaíba	31	48,44	38	59,38	32	50,00	39	60,94
Vale do Mucuri	14	77,78	15	83,33	13	72,22	15	83,33
Vale do Rio Doce	51	60,71	40	47,62	47	55,95	43	51,19
Zona da Mata	71	55,04	60	46,51	68	52,71	60	46,51

Esse resultado de manutenção do perfil encontrado em 1995-96 e 2006, com tendência a um aumento de produção é devido a uma expansão dos canaviais, cujo objetivo é oferecer álcool em alta escala (IBGE, 2006). Além disso, Bastos e Gomes (2010) concordam que a cultura de cana-de-açúcar mostra tendências a aumentar em Minas Gerais, devido a um dinamismo na

produtividade, principalmente na mesorregião Noroeste.

Conforme Tabela 8, ocorreu um decréscimo tanto na área plantada de arroz por hectare, quanto na sua produção em tonelada entre os períodos de 1995-96 e 2006. Esse resultado corrobora com a EMATER (2007)

que relata a diminuição crescente da área plantada em Minas Gerais, passando de 310.200 hectares em 1996 para 92.500 hectares em 2006, com projeção de 85.000

hectares para 2007. Além disso, o arroz cultivado em Minas Gerais, principalmente o sequeiro, vem cedendo espaço para o arroz irrigado do Sul do País (IBGE, 2006).

Tabela 8. Número e percentual de municípios das mesorregiões de Minas Gerais com a concentração da área forte e da área muito forte plantada e em produção de arroz, em toneladas, 1995-96 e 2006.

Mesorregião	Arroz em Hectare				Arroz em Tonelada			
	1995-96		2006		1995-96		2006	
	Municípios		Municípios		Municípios		Municípios	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Campo das Vertentes	17	48,57	15	42,86	16	45,71	19	54,29
Central	19	63,33	6	20,00	23	76,67	12	40,00
Jequitinhonha	11	25,58	27	62,79	10	23,26	7	16,28
Metropolitana	18	18,00	68	68,00	19	19,00	24	24,00
Noroeste	13	100,00	4	30,77	13	100,00	12	92,31
Norte	28	52,83	36	67,92	19	35,85	27	50,94
Oeste	28	65,12	9	20,93	31	72,09	26	60,47
Sul/Sudoeste	74	51,39	72	50,00	89	61,81	81	56,25
Triângulo/Alto Paranaíba	43	67,19	21	32,81	43	67,19	50	78,13
Vale do Mucuri	4	22,22	14	77,78	4	22,22	9	50,00
Vale do Rio Doce	35	41,67	50	59,52	37	44,05	39	46,43
Zona da Mata	77	59,69	53	41,09	81	62,79	67	51,94

As mesorregiões do Noroeste, Triângulo/Alto Paranaíba e Oeste tiveram um decréscimo no percentual de municípios com concentração forte e muito forte na área plantada de arroz, porém, a produção em tonelada desse grão permaneceu forte e muito forte na maioria dos municípios dessas mesorregiões (Tabela, 8). São mesorregiões que apresentam uma manutenção na produção do arroz, mas com retração da área, concordando com Bastos e Gomes (2010). Por outro lado, observa-se um aumento na área dos municípios do Norte, Vale do Jequitinhonha e Mucuri, na área plantada de arroz, mas sem um valor significativo na produção de arroz; isso reflete a dinâmica da produção agrícola nessas áreas, e isso está de

acordo com Bastos e Gomes (2008) e Alcantara *et al.* (2009).

Conforme Tabela 9, as áreas plantadas com forte e com muito forte concentração de feijão mantiveram-se quando se comparam os anos de 1995-96 e 2006, atendo-se a pequenas modificações. Deve-se levar em consideração a mesorregião do Triângulo/Alto Paranaíba, que aumentou sensivelmente no percentual de seus municípios nas áreas plantadas, com forte e com muito forte concentração - passando de 28% (18) em 1996 para 53% (34) em 2006. Destaca-se também a mesorregião Noroeste, que aponta quase a totalidade de seus municípios (em torno de 85%), nos dois períodos estudados, com forte e muito forte concentração na produção de feijão.

Tabela 9. Número e percentual de municípios das mesorregiões de Minas Gerais com a concentração forte e muito forte de área plantada e produção de feijão em tonelada, 1995-96 e 2006.

Mesorregião	Feijão em hectare				Feijão em tonelada			
	1995-96		2006		1995-96		2006	
	Municípios		Municípios		Municípios		Municípios	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Campo das Vertentes	22	62,86	23	65,71	25	71,43	25	71,43
Central	9	30,00	6	20,00	9	30,00	9	30,00
Jequitinhonha	21	48,84	27	62,79	17	39,53	17	39,53
Metropolitana	35	35,00	24	24,00	22	22,00	22	22,00
Noroeste	9	69,23	10	76,92	11	84,62	12	92,31
Norte	43	81,13	44	83,02	39	73,58	39	73,58
Oeste	26	60,47	27	62,79	29	67,44	29	67,44
Sul/Sudoeste	71	49,31	77	53,47	94	65,28	96	66,67
Triângulo/Alto Paranaíba	18	28,13	34	53,13	39	60,94	39	60,94
Vale do Mucuri	8	44,44	7	38,89	6	33,33	6	33,33
Vale do Rio Doce	40	47,62	42	50,00	29	34,52	29	34,52
Zona da Mata	77	59,69	61	47,29	57	44,19	57	44,19

Devido à melhoria da tecnologia utilizada nas lavouras de feijão, principalmente no Noroeste e Triângulo/Alto Paranaíba, além dos preços satisfatórios, há um maior aporte de insumos utilizados pelos produtores, aliado às boas condições climáticas que favorecem o desempenho das lavouras; conforme observado por IBGE (2006) e Alcantara *et al.* (2009). Situação semelhante foi relatada por EMATER (2007), na qual ocorreu um aumento da produtividade nas últimas três décadas, sendo que o cultivo da terceira safra revela rendimentos acima de

2.500 kg/há, nos principais municípios produtores da região Noroeste de Minas Gerais.

Com relação à distribuição da área de pastagem natural nos anos de 1995-96 (Figura 15) e 2006 (Figura 16), ocorreu uma diminuição de 5.498.890 hectares; em 76,3% (577) dos municípios. Por outro lado, os municípios mantiveram as áreas de muito forte e de forte concentração de pastagem natural, 396 municípios em 1995-96 e 373 municípios em 2006.

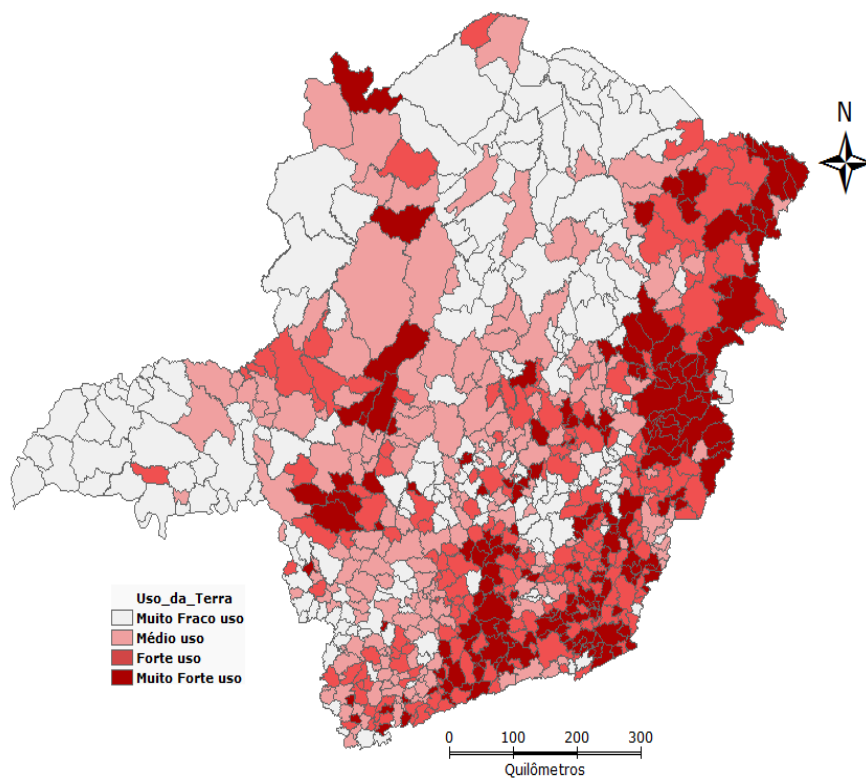


Figura 15. Distribuição das áreas de pastagem natural em Minas Gerais, 1995-96.

As mesorregiões do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e Central de Minas tiveram pequenas variações no percentual de municípios, que apresentaram áreas de pastagens naturais com muito forte e com forte concentração, sendo classificadas com fraco e médio uso da área em pastagens naturais no período de 1995-96 (Figura 15) e 2006 (Figura 16).

A diminuição da área de pastagem natural verificada está em acordo com o IBGE

(2006) que também observou esse decréscimo. Essa diminuição se deve, principalmente, à migração das áreas de pastagens para lavouras, principalmente pela cultura de grãos e cana-de-açúcar, concordando com IBGE (2006) e EMATER (2007). Além disso, ressalta-se a exploração integrada de lavoura e pecuária que assume importante papel na pecuária, ocasionando um decréscimo da área de pastagem (EMATER, 2007, Mueller e Martha Jr., 2008 e Gimenes *et al.*, 2010).

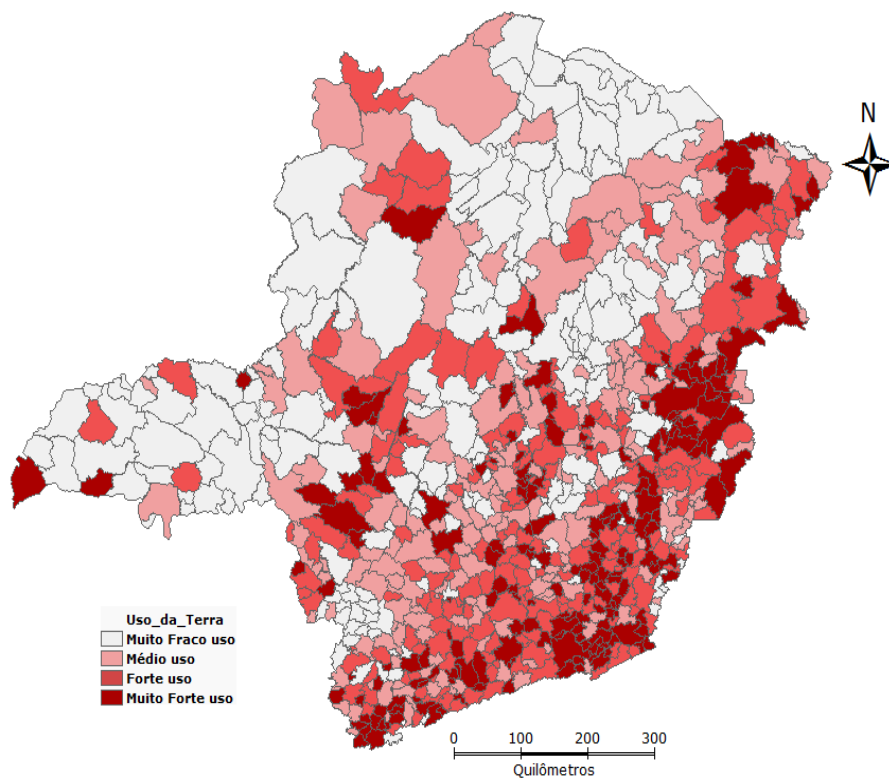


Figura 16. Distribuição das áreas de pastagem natural, Minas Gerais, 2006.

Verifica-se a distribuição do percentual da área de pastagem plantada nos anos de 1995-96 (Figura 17) e 2006 (Figura 18). Ocorreu uma diminuição da área plantada, em torno de 871.384 hectares, em 379 municípios de Minas Gerais. Por outro lado, é uma variável que está presente em quase todo o Estado, com ocupação muito forte e com forte nos municípios e nas mesorregiões.

Em 1995-96, as áreas de muito forte e de forte ocupação com pastagem plantada, encontram-se nas mesorregiões do Noroeste de Minas, Norte de Minas, Triângulo/Alto Paranaíba, Central Mineira, Oeste, Sul/Sudoeste de Minas, Zona da Mata e Mucuri (Figura 17).

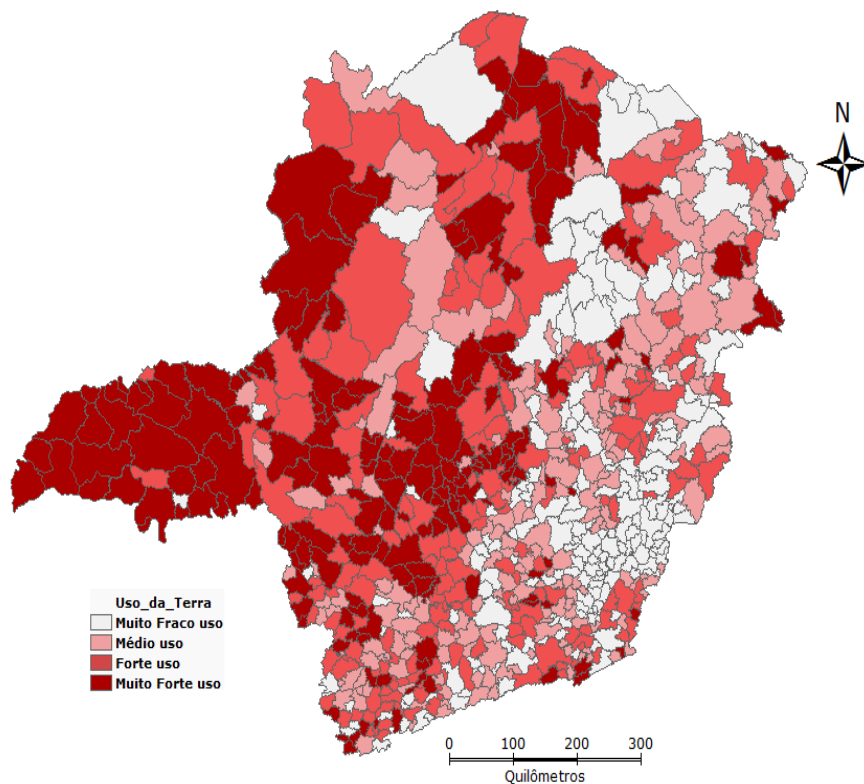


Figura 17. Distribuição das áreas de pastagem plantada em Minas Gerais, 1995-96.

Em 2006, as áreas de muito forte e de forte ocupação com pastagem plantada foram mantidas nas mesmas mesorregiões, com exceção das mesorregiões do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e Sul/Sudoeste de Minas, que apresentaram um pequeno decréscimo nos municípios com esse tipo de ocupação, passando de 87,50% (56) para 60,54% (39) e 55,56% (80) para 41,67% (60), respectivamente (Figura 18).

A diminuição do percentual das áreas de pastagens plantadas nas mesorregiões do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e Sul/Sudoeste de Minas ocorre pela ampliação da área lavouras na área de pastagens degradadas ou naturais, para plantação de milho. Há uma reclassificação

de uso da terra, na qual as áreas com muito forte e com forte uso da terra com pastagem natural foram substituídas pelas áreas com concentração muito forte e com forte uso em lavouras. Além disso, a tecnologia de integração lavoura/pecuária se apresenta como excelente alternativa de manejo de solo. A exploração integrada, com a utilização de pastagens degradadas para produção de grãos foi associada a uma intensificação da tecnologia, no período compreendido entre 1995-96 e 2006, nas Mesorregiões do Triângulo/Alto Paranaíba e Sul/Sudoeste de Minas, concordando com EMATER (2007), Mueller e Martha Jr. (2008), Alcantara *et al.* (2009) e Gimenes *et al.* (2010).

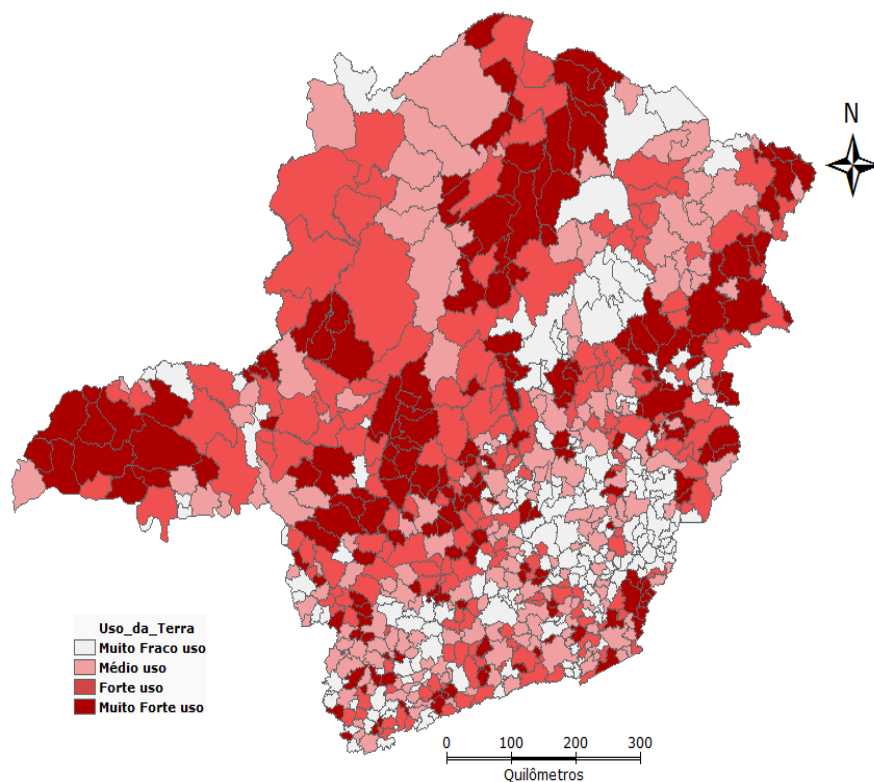


Figura 18. Distribuição das áreas de pastagem plantada em Minas Gerais, 2006.

Observa-se a distribuição da área de floresta natural em 1995-96 (Figura 19) e 2006 (Figura 20). É uma variável presente em quase todo o Estado, com ocupação muito forte e com forte nos municípios.

Em 1995-96, as áreas de muito forte e de forte ocupação com floresta natural

encontram-se nas mesorregiões Central Mineira, Jequitinhonha, Metropolitana, Noroeste de Minas, Norte de Minas, Vale do Mucuri, Vale do Rio Doce e Zona da Mata (Figura 19).

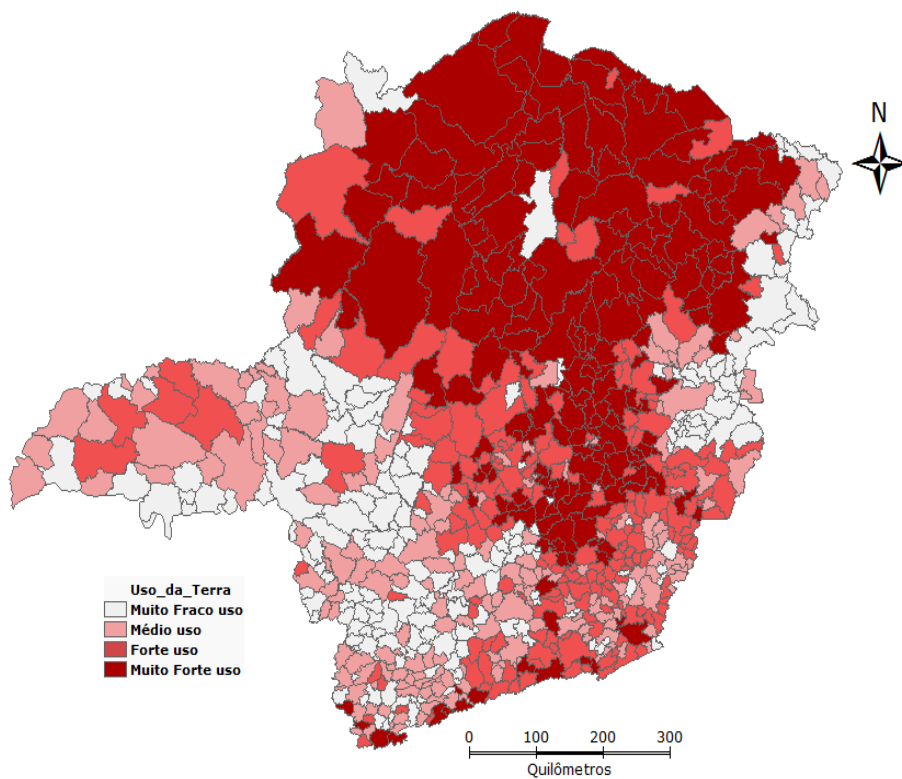


Figura 19. Distribuição das áreas de floresta natural, Minas Gerais, 1995-96.

Em 2006, as áreas com muito forte e com forte ocupação com floresta natural foram mantidas nas mesmas mesorregiões, incluindo a mesorregião do Triângulo/Alto

Paranaíba que apresentou um aumento significativo nos municípios com esse tipo de ocupação, passando de 9,23% (6), para 47,63% (31), Figura 20.

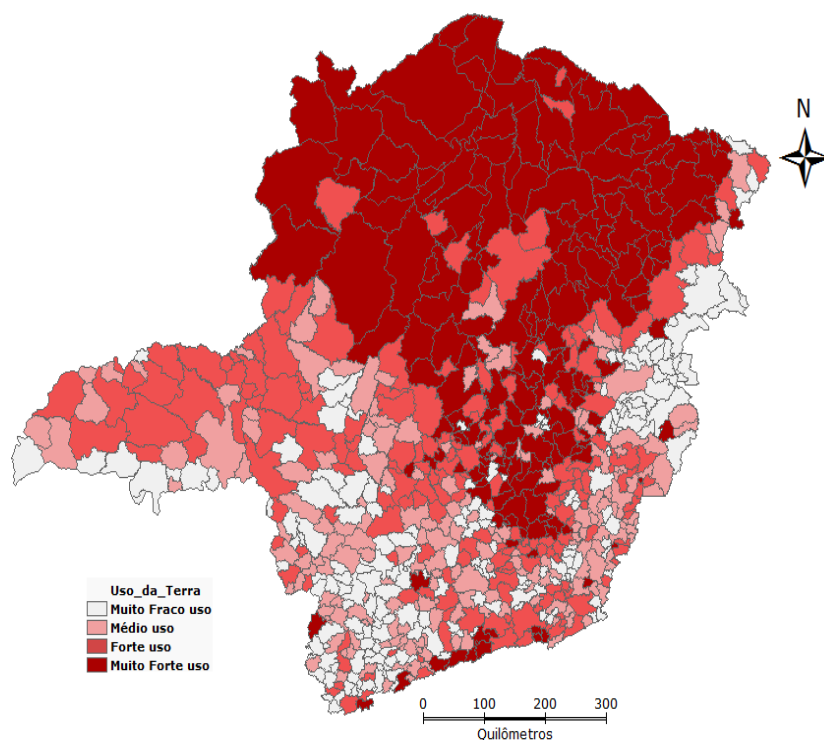


Figura 20. Distribuição das áreas de floresta natural, Minas Gerais, 2006.

Conforme verificado nas Figuras 19 e 20, as florestas naturais se mantiveram nas mesmas mesorregiões com praticamente o mesmo percentual de ocupação, porém, decorreu uma modificação na classe de forte e de muito forte concentração na mesorregião Triângulo/Alto Paranaíba. Nesta, as florestas naturais se ampliaram em maior número de municípios na classe de forte e de muito forte concentração, tendo ocorrido uma diminuição em hectare da área dessa floresta, no Estado de Minas Gerais.

O percentual das áreas com muito forte e com forte concentração nas mesorregiões de floresta natural deve-se à manutenção na área existente, por maior restrição à utilização de florestas nativas destinadas à preservação permanente ou reserva legal, concordando com Mendes (2005) e Rezende e Santos (2010), além da criação de Unidades de Conservação, conforme relatado por IBGE (2006).

Observa-se a distribuição da área de floresta plantada em 1995-96 (Figura 21) e 2006 (Figura 22). Ocorre uma diminuição da área plantada, de 866.477 hectares, em 77,5% (586) dos municípios de Minas Gerais. Apesar da diminuição de área da floresta plantada nos municípios, as mesorregiões mantiveram classificação de muito forte e de forte concentração de floresta plantada em seus municípios.

Em 1995-96, as áreas com muito forte e com forte ocupação com floresta plantada encontram-se nas mesorregiões de Campos das Vertentes, Central Mineira, Metropolitana, Noroeste, Oeste e Zona da Mata (Figura 21).

Em 2006, as áreas com muito forte e forte ocupação com floresta plantada foram mantidas nas mesmas mesorregiões, incluindo as mesorregiões Norte de Minas e Sul/Sudoeste, que passaram para a classe de muito forte e de forte concentração também (Figura 22).

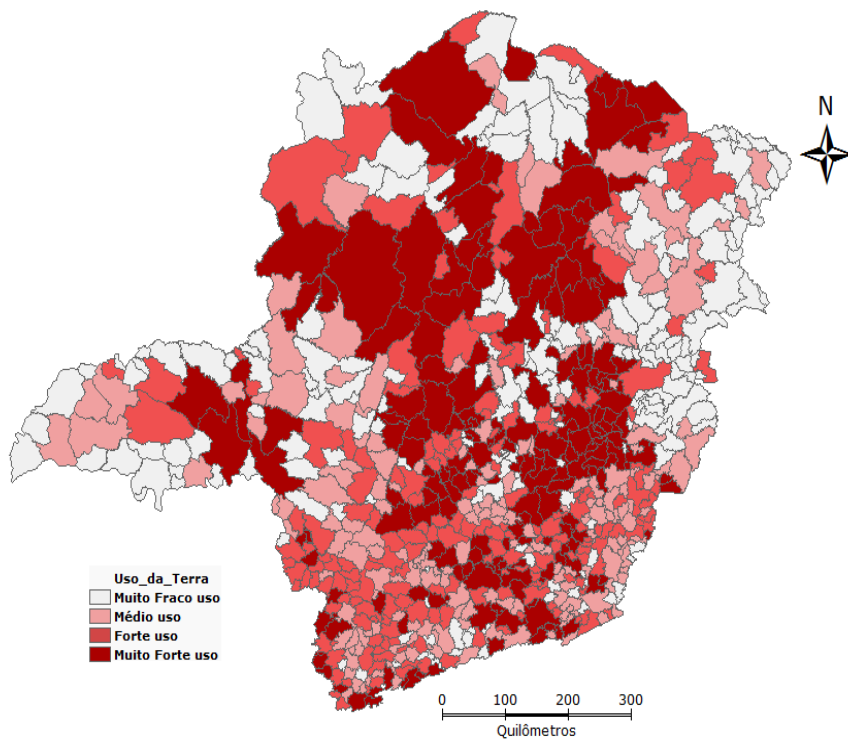


Figura 21. Distribuição das áreas de floresta plantada em Minas Gerais, 1995-96.

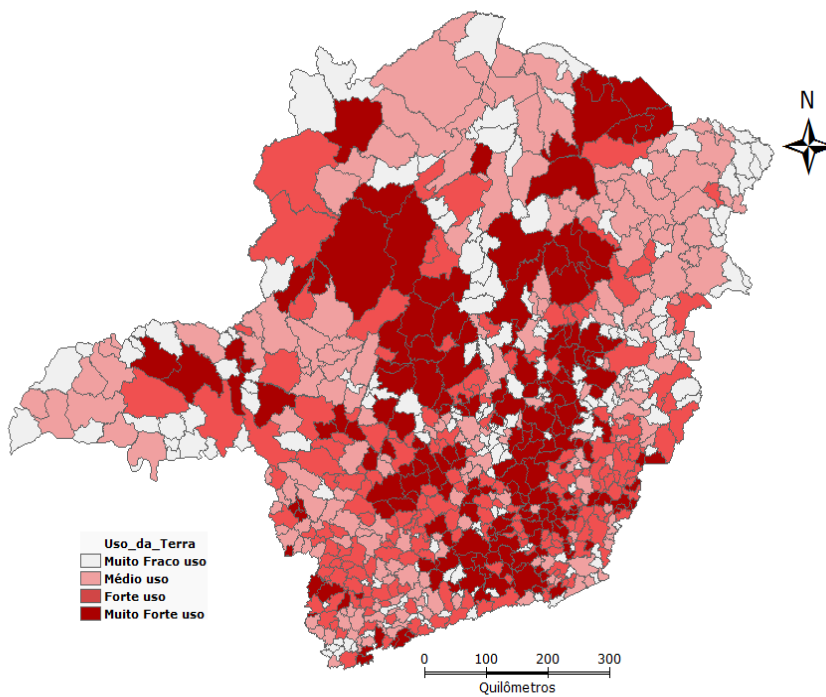


Figura 22. Distribuição das áreas de floresta plantada em Minas Gerais, 2006.

A manutenção das áreas forte e muito forte concentração de florestas plantadas nos municípios, apesar da diminuição da área, ratifica a intensificação de plantio nestas áreas, devido a uma necessidade de resposta ao setor produtivo, consumidor de produtos florestais, em especial dos produtores de ferro-gusa, produtores rurais; agroindústria de processamento de grãos, indústria moveleira, de papel e celulose, concordando com Rezende e Santos (2010) e Mendes (2005). Além disso, restrições, cada vez mais vigorosas, impostas por órgãos de regulação e fiscalização ambiental, para utilização dos remanescentes de florestas nativas, levaram a uma manutenção da área de florestas naturais e também a uma intensificação no plantio de florestas, concordando com Mendes (2005) e Rezende e Santos (2010).

A permanência das áreas de concentração de florestas plantadas, principalmente de eucalipto, nos municípios das mesorregiões do Jequitinhonha, Norte de Minas, Vale do Mucuri, Vale do Rio Doce e Zona da Mata, até novas áreas como Campo das Vertentes, Central Mineira, deveu-se ao fomento florestal advindo de indústrias de carvão vegetal e de celulose, através da ABRAF (Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas), concordando com Rezende e Santos (2010).

Apesar da diminuição da área plantada, ocorreu uma intensificação do plantio da floresta. Isso foi devido a maior expressão do plantio de florestas no Brasil a partir da década de 60, de fomentos florestais do governo federal por fontes de financiamento, como também da promulgação do Código Florestal em 15 de setembro de 1965 (BRASIL, 1965) além da criação do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), que ajudaram a definir uma nova política florestal para o País, promovendo o reflorestamento em larga escala. Porém, sucede uma insuficiência de carvão vegetal devido à crescente demanda por matéria-prima florestal, o que intensificou a pressão sobre a vegetação nativa do Cerrado em todo o Brasil, concordando com Mendes (2005), Duboc (2008) e Rezende e Santos (2010).

Observa-se a distribuição da área de terras inaproveitáveis em 1995-96 (Figura 23) e 2006 (Figura 24). Com relação à área total de terras inaproveitáveis, esta diminuiu em 67,33% (509) dos municípios de Minas Gerais, e a área ocupada total diminuiu pouco mais de um ponto percentual, passando de 5,35% para 4,24%, no período de 1995-96 a 2006.

Em 1995-96, as áreas de muito forte e de forte concentração de terras inaproveitáveis estão presentes nas mesorregiões Noroeste de Minas, Norte de Minas, Jequitinhonha, Central Mineira e Zona da Mata (Figura 23).

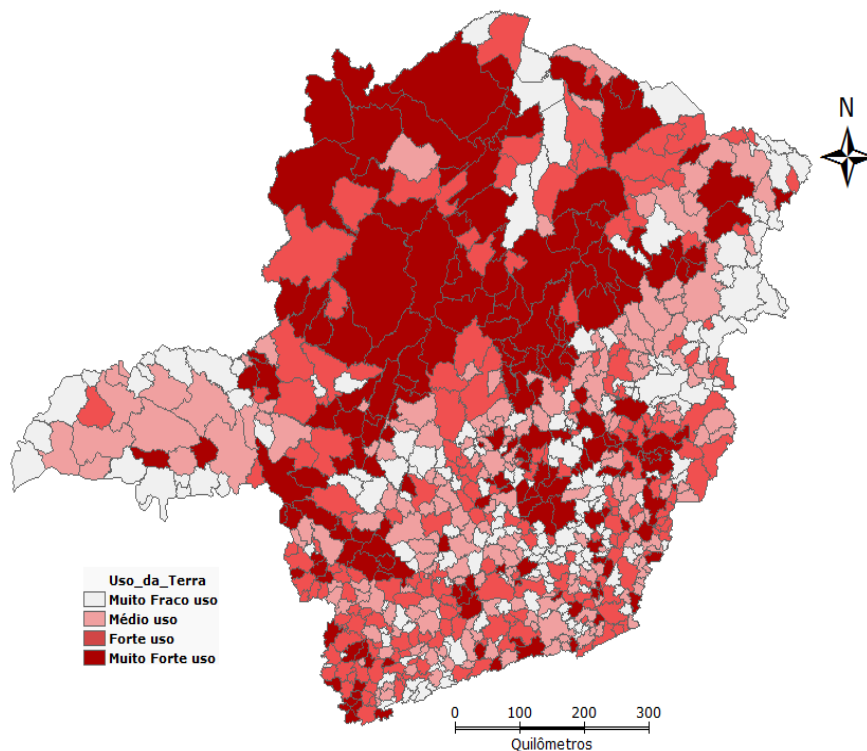


Figura 23. Distribuição das áreas de terra inaproveitável de Minas Gerais, 1995-96.

Com relação ao ano de 2006, ocorreu uma diminuição nas áreas com muito forte e com forte concentração nos municípios das mesorregiões de Noroeste de Minas, Norte de Minas e Central Mineira e Triângulo/Alto Paranaíba, sendo que as mesorregiões do Triângulo/Alto Paranaíba e Noroeste de Minas apresentaram um decréscimo considerável no número de municípios com concentração muito forte e forte ocupação de área de terra inaproveitável, passando de 24 (37,5%) para 5 (7,81%) e de 13(100%) para 6 (46%), respectivamente (Figura 24).

Ocorreu uma reclassificação da concentração de muito forte e de forte uso

da terra das áreas inaproveitáveis, principalmente para as áreas de lavouras permanentes e temporárias. Isto, graças principalmente a iniciativas públicas e privadas, através de fomentos florestais - já relatados inicialmente - bem como um maior aproveitamento do uso da terra, através de sistemas agroflorestais, lavoura/pecuária, maior aproveitamento da terra com incremento da tecnologia (EMATER, 2007; Alcantara *et al.*, 2009; Gimenes *et al.*, 2010). Essa reclassificação também contribuiu com o aumento da produção de lavouras, conforme já observado (IBGE, 2006).

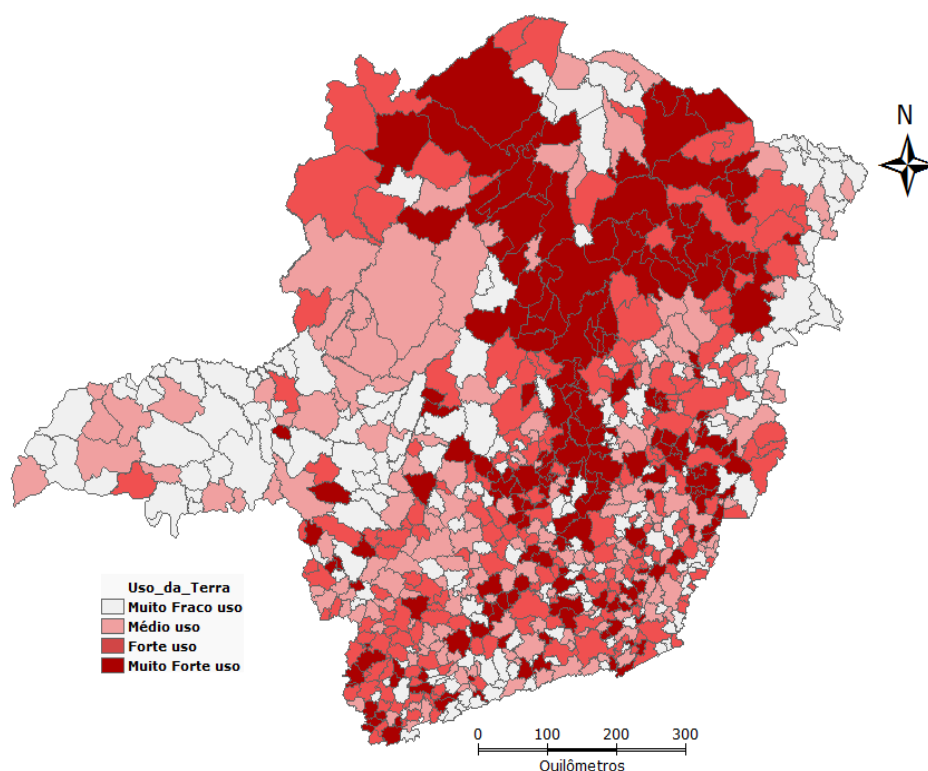


Figura 24. Distribuição das áreas de terra inaproveitável em Minas Gerais, 2006

Com relação às áreas com matas e florestas contidas em estabelecimentos agropecuários, observou-se uma redução de 12,1 milhões de hectares, correspondendo a uma redução de 11,0% em relação ao Censo Agropecuário de 1996. Na região Sudeste ocorreu uma redução de 6,4 milhões de hectares, concentrados basicamente em Minas Gerais (IBGE, 2006).

Com relação à área total utilizada, esta diminuiu em 2006, em 7.170.872 hectares, quando comparada ao ano de 1995-96 em Minas Gerais, concordando com IBGE (2006) que relata essa redução na área total de estabelecimentos agropecuários em 23.659.882 ha. Um dos motivos pode ser

devido à criação de áreas de unidades de conservação; ou em terras indígenas, as quais correspondem a um total de 60.630.859 ha, levando a essa diminuição (IBGE, 2006).

Por outro lado, conforme observado nos dados apresentados, apesar da redução da área de uso da terra, ocorreu um incremento no valor de produção em Minas Gerais, com terras com melhor utilização, mais amplo aproveitamento, incremento no uso de tecnologia e trabalhadores rurais empregados; observado por Alcantara *et al.* (2009), tanto na região Sudeste quanto na Centro-Oeste do Brasil e por IBGE (2006) nas regiões Sul e Sudeste brasileiras.

### 5.3 ANÁLISE DA ASSOCIAÇÃO DA SÍNDROME CARDIOPULMONAR POR HANTAVÍRUS E OS GRANDES USOS DA TERRA PELA TÉCNICA DE ANÁLISE MULTIVARIADA DE COMPONENTES PRINCIPAIS

Os resultados da análise multivariada de componentes principais no período de 1995-

96 e 2006 estão descritos nas Tabelas 10, 11 e 12 e na Figura 25.

Na Tabela 10, estão apresentados os valores de média e desvio padrão das variáveis do uso da terra, 1995-96 e 2006 e dos casos confirmados de SCPH, 1998 a 2007, que compõem a análise multivariada de componentes principais.

Tabela 10. Média e desvio padrão das variáveis do uso da terra de 1995-96 e 2006 e dos casos de Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus, 1998 a 2007, Minas Gerais.

Variáveis	n	Média	Desvio Padrão	CV	Mín	Máx
Caso	82	4,56	5,02	110,04	1	17
Lavoura Permanente	82	4742,74	5372,21	113,27	66	28821
Lavoura Temporária	82	13493,35	19385,03	143,66	1088	138621
Pastagem Natural	82	22419,59	20904,84	93,24	542	98849
Pastagem Plantada	82	27486,76	27705,36	100,8	1990	148239
Floresta Natural	82	8845,98	10205,36	115,37	405	47880
Floresta Plantada	82	1460,46	3679,68	251,95	0	21638
Terra Inaproveitável	82	3261,84	2990,18	91,67	298	13151
Arroz ha	82	342,35	399,4	116,66	0	2484
Arroz Tonelada	82	567,5	721,77	127,18	0	3715
Cana-de-açúcar ha	82	1493,89	5086,81	340,51	0	42000
Cana-de-açúcar Tonelada	82	119641,34	424862,77	355,11	0	3540000
Feijão ha	82	933,06	1024,92	109,85	0	5800
Feijão Tonelada	82	1302,38	1972,26	151,44	0	11874
Milho ha	82	6151,02	6892,49	112,05	300	50500
Milho Tonelada	82	27944,9	39256,39	140,48	900	303250

Na Tabela 11, verificam-se os resultados da análise multivariada de componentes principais dos casos de síndrome cardiopulmonar por hantavírus e das variáveis dos grandes usos da terra. Observa-se uma inércia total de 79% correspondente aos três primeiros eixos. Os três componentes são, em conjunto, responsáveis por 79% da variância dos dados originais, ou seja, o modelo utilizado explica esse valor na variabilidade da interação entre as variáveis.

Tabela 11 Valor da inércia na análise multivariada de componentes principais dos casos de Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus, 1998 a 2007 e das variáveis dos grandes usos da terra, 1995-96 e 2006.

Componente	Valor	Inércia Explicada	Inércia Acumulada
1	3,44	0,49	0,49
2	1,12	0,16	0,65
3	0,96	0,14	0,79
4	0,74	0,11	0,89

Observa-se, na Tabela 12, cada componente principal associado às variáveis e seus respectivos valores. Quanto mais alto o valor absoluto do coeficiente associado a uma variável, maior a influência relativa desta para o componente principal em questão, podendo essa importância dar-se em termos positivos ou negativos (Tabela 12).

Tabela 12. Resultados da análise multivariada de componentes principais dos casos de Síndrome Cardiopulmonar de Hantavírus de 1998 a 2007 e das variáveis dos grandes usos da terra de 1995-96 e 2006, Minas Gerais.

Variáveis	CP 1	CP 2	CP 3
Caso	0,65	0,14	-0,18
Pastagem Plantada	0,89	0,19	-0,2
Floresta Natural	0,88	-0,0026	-0,2
Arroz ha	0,44	0,71	-0,07
Cana-de-açúcar ha	0,6	-0,19	0,73
Feijão ha	0,36	-0,68	-0,48
Milho ha	0,87	-0,25	0,27

Conforme a Tabela 12, todas as coordenadas do Componente 1 foram positivas, assim, optou-se de apresentar, na Figura 25, os Componentes 2 e 3, nos respectivos eixos X e Y e, o Componente 1 entre parênteses, para facilitar a interpretação.

Na Figura 25, determinaram-se a localização e a associação entre as diferentes variáveis, por sua posição, nos diferentes quadrantes do gráfico. Variáveis localizadas em quadrantes opostos pela origem são inversamente correlacionadas, pontos próximos no gráfico apresentando alta associação. Na Figura 25, pode se visualizar a análise realizada de casos da síndrome cardiopulmonar por hantavírus em 1998 a 2007, associação das variáveis em 1995-96 e 2006.

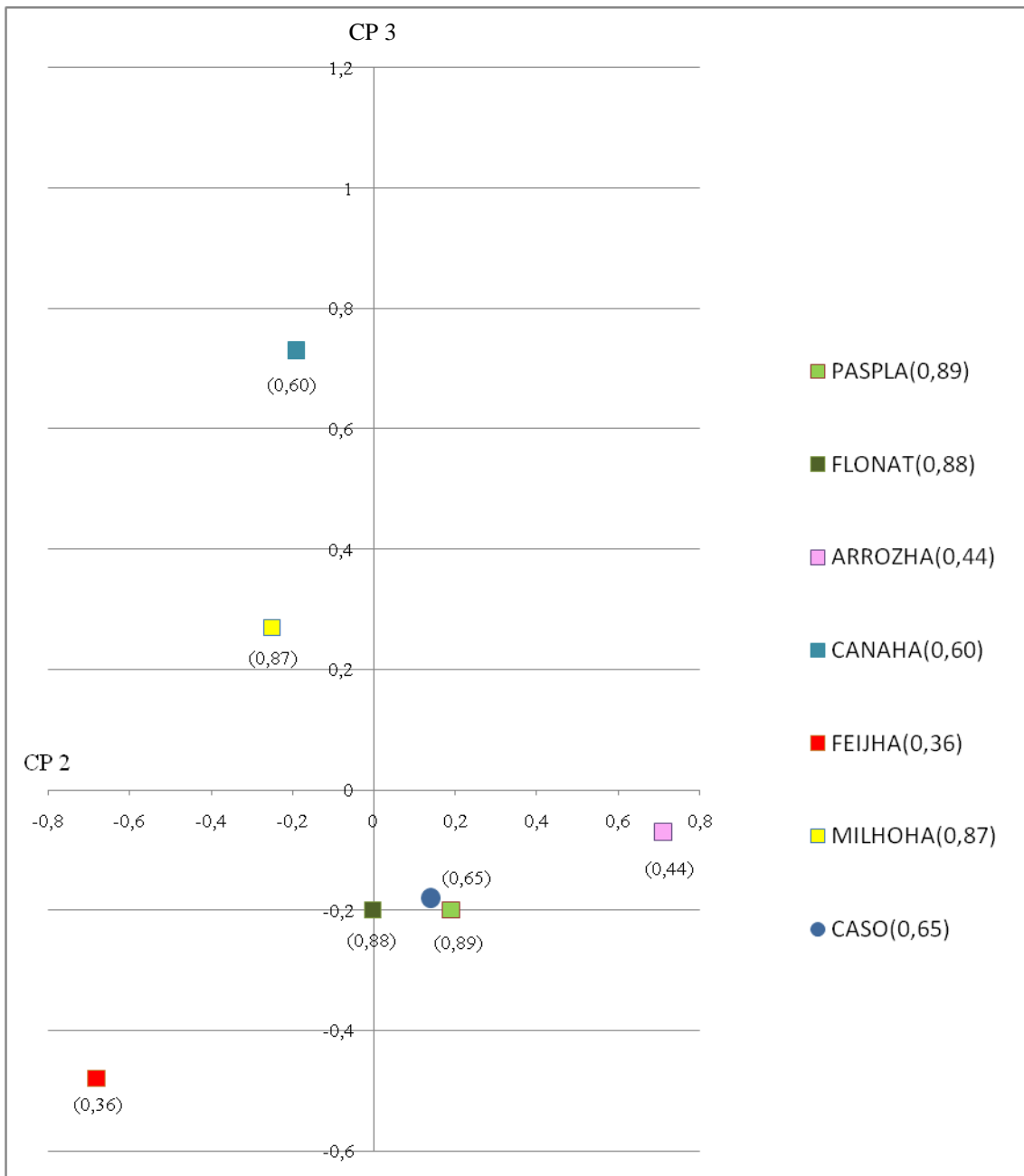


Figura 25. Relação da Síndrome Cardiopulmonar por Hantavírus, 1998 a 2007 e variáveis do uso da terra em 1995-96 e 2006, em Minas Gerais.

Observa-se maior associação entre casos de SCPH e as variáveis relacionadas à área plantada de pastagem e florestas naturais. As culturas de milho, arroz, feijão e cana-de-açúcar têm influência restrita na associação com o caso de SCPH, mas dentre as variáveis estudadas, colaboram com a subsistência dos roedores silvestres.

Dentre as culturas consideradas, o plantio de arroz é o que mais está associado ao número de casos de SCPH, seguidas das culturas de feijão, milho e cana-de-açúcar, com associações menos expressivas.

Conforme diversos autores, Olsson *et al.* (2009) na Suécia; Donalísio *et al.* (2008) em

São Paulo; Bredt *et al.* (2008) e Santos (2009) no Distrito Federal; Sosa-Estani *et al.* (2001) na Argentina, o ambiente favorável ao crescimento da população de roedores silvestres e estreita relação entre a transmissão e a realização de atividades agropecuárias, além do contato com os roedores silvestres, propiciam a ocorrência de casos de hantavírose.

Associado a isso, em Minas Gerais, na área de Cerrado, a expansão da atividade agrícola é bastante diversificada, com condições climáticas e de infraestrutura favoráveis e, conseqüentemente, maior facilidade de mecanização e uso intensivo da tecnologia com a consolidação das principais produtoras de “*commodities*” agrícolas, concordando com Silva (1999), BDMG (2002), Mueller e Martha Jr. (2008) e Alcantara *et al.* (2009).

A maior associação da SCPH se dá com área de floresta natural: segundo o conceito do Censo, tratam-se de áreas de matas nativas da região, que no caso dessa região; neste caso, a vegetação nativa é de cerrado, em cujo o ambiente o roedor está adaptado. Com a presença do homem, seja por desmatamento para plantio ou ainda, para moradias de sítios e fazendas, essa determinada utilização, de áreas até então em descanso ou dadas como não-produtivas, são contabilizadas, no Censo, como floresta natural (IBGE, 2006). Seu uso, voltado para plantio de pastagem e/ou lavoura é que vai acabar por favorecer um contato mais imediato com o roedor silvestre - corroborando com Pereira (2006), Donalísio *et al.* (2008), Santos (2009).

Pereira (2007) relata também, que as atividades relacionadas à exploração florestal influenciam no aparecimento da síndrome cardiopulmonar por hantavírus, o que é conseqüência da introdução do homem no ambiente silvestre, até então pouco antropizado. Com isso, estabelece-se um contato estreito do homem com os roedores silvestres, presentes nesse ambiente e, além disso, estes, sem alimentação em seu ambiente natural, vão buscar alimento próximo ao homem, daí ocasionando chance mais evidente de

aparecimento de casos de SCPH (Busch *et al.*, 2004; Suzuki *et al.*, 2004).

A importância das variáveis correspondentes ao arroz, cana-de-açúcar, feijão e milho, no aparecimento de casos de SCPH, apesar de pouco significativa, deve ser considerada. Os ambientes de armazenamento e beneficiamento de grãos também são propícios à contaminação, pois os grãos são armazenados em locais fechados, são elegíveis pelo roedor em sua alimentação e, quando manipulados pelo homem, os aerossóis contendo fezes e urinas ressecadas de roedores contaminadas pelo vírus prestam-se mais facilmente a ser inalados pelo homem - concordando com Pereira *et al.* (1999), Busch *et al.* (2004), Pereira (2006) e Donalísio *et al.* (2008), Brasil (2009).

Em áreas de pastagens plantadas, observou-se uma maior associação com o aparecimento de casos o que está de acordo com Pereira (2006), que relata a preferência do capim braquiária pelo roedor *Necromys lasiurus* para fazer sua toca e se alimentar da raiz. Além disso, o roedor é adaptado a viver em ambientes antropizados compostos de capim braquiária, visto tratar-se de uma gramínea associada ao avanço da cultura bovina, e a existência de sítios e fazendas, conforme observado por Pereira (2006).

A importância do uso da terra para a plantação de pastagem deve ser ressaltada, principalmente nessas mesorregiões de aparecimento de casos, já que apresentaram a maioria dos municípios com muito forte e forte uso da terra, conforme observado anteriormente. Além disso, com a utilização da tecnologia, integrando lavoura e pecuária, o homem passa a utilizar, em seu dia a dia, técnicas de cultivo diferenciadas em um mesmo espaço; da interação entre ele e seu serviço em um nível local, possibilita-se a contaminação pelo *hantavírus* - concordando com Pereira *et al.* (1999), Godim *et al.* (2008) e Gimenes *et al.* (2010)

Desta forma, entende-se que a SCPH em Minas Gerais mais se associa à área

plantada de pastagem e de floresta natural. Entre as culturas consideradas, a do arroz é a que mais se associa ao número de casos, seguidas das culturas de feijão, milho e cana-de-açúcar, com associações menos expressivas. Essa constatação, de que a SCPH em Minas Gerais (período de 1998 a 2007) está associada às transformações do espaço-território, com modificação da área natural do Cerrado pelas atividades agrícolas, concorda com Pereira (2006), Donalísio *et al.* (2008), Bredt *et al.* (2008), Godim *et al.* (2008), e Santos (2009).

## 6. CONCLUSÕES

1. Pela análise dos casos de SCPH, observou-se um aumento na notificação e confirmação de casos no período de 2003 a 2007, pelas ações de implementação da vigilância da SCPH, nos serviços de saúde, educação em saúde e capacitação de profissionais de saúde, bem como estabelecimento de uma referência técnica capacitada em cada Unidade Regional de Saúde das mesorregiões com casos confirmados.
2. Pela análise espacial verificou-se o padrão espacial da SCPH, nas mesorregiões do Triângulo/Alto Paranaíba, Sul/Sudoeste de Minas, Central Mineira e Oeste de Minas.
3. A mesorregião do Triângulo/Alto Paranaíba apresenta maior risco para o aparecimento de casos de SCPH, quando comparada às mesorregiões que apresentaram casos no período estudado.
4. Existe maior associação entre a ocorrência da SCPH, em Minas Gerais, com florestas naturais e pastagens plantadas nos locais onde há notificação de casos confirmados.
5. A associação da ocorrência dos casos de SCPH com a área plantada de arroz, feijão, cana-de-açúcar e milho foi pouco significativa, sendo que a cultura de arroz a que mais se destacou nessa associação.

6. A utilização da terra e o processo de trabalho realizado pelo homem influenciam na sua contaminação pelo *hantavirus*, sendo um fator determinante para o surgimento da SCPH nessa região, durante o período de 1998 a 2007.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A SCPH em Minas Gerais, por tratar-se de uma enfermidade muito relevante na saúde pública, e apresentar uma alta taxa de letalidade, deveria ter as ações de divulgação da informação sobre essa doença e da chance de adoecer, continuadas, na região - tanto para a população e aos profissionais de saúde, como para profissionais de áreas afins relacionadas - salientando-se a associação do aparecimento dos casos com o processo de trabalho da terra, nas áreas de floresta natural e de pastagem plantada.

A adoção de medidas pró-ativas do sistema de vigilância da SCPH, associada à pesquisa clínica são fundamentais para consolidar o conhecimento da história natural dessa enfermidade, em Minas Gerais. A promoção de capacitações continuadas para os profissionais de saúde, principalmente médicos e enfermeiros na vigilância, clínica e tratamento da SCPH, buscando diagnóstico precoce e diminuição da alta taxa de letalidade deve ser planejada para um conhecimento da epidemiologia e clínica da SCPH, em caráter permanente.

Devem-se programar ações de investigação epidemiológica de variáveis que também interferem no risco de transmissão, como os padrões de contato com os roedores, a atividade agrícola predominante, o armazenamento dos grãos, as condições de moradia, bem como a divulgação da informação sobre a doença ao produtor e/ou trabalhador rural.

Avaliações da relação da situação sócio-cultural da população e da dinâmica espacial da SCPH e outras relações com o ambiente são imprescindíveis para o

entendimento da epidemiologia dessa enfermidade.

Há necessidade de desenvolvimento de mais estudos ainda acerca da análise espacial da epidemiologia da SCPH em Minas Gerais, para um maior detalhamento da descrição de padrões de morbidade e mortalidade dessa enfermidade. Informações sobre a localização de eventos epidemiológicos são relevantes tanto para geração de hipótese sobre o evento quanto para designar medidas de controle, as quais devem ser direcionadas para áreas específicas. Esse estudo pode ajudar a entender a ocorrência de casos da enfermidade, auxiliando o entendimento do mecanismo de transmissão.

Deve-se identificar uma referência técnica capacitada na vigilância da SCPH - nas Unidades Regionais de Saúde da Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais - que possa multiplicar a informação sobre a vigilância epidemiológica da enfermidade nas microrregiões e macrorregiões do estado.

As ações de educação em saúde, enfocando a promoção à saúde, devem ser implementadas para a população e profissionais multissetoriais, considerando-se a situação local encontrada no que tange à prevenção e ao controle da SCPH, principalmente em novas áreas agrícolas advindas de áreas de floresta natural nos municípios com casos confirmados de SCPH, em Minas Gerais.

Há necessidade do envolvimento de setores multiprofissionais das áreas voltadas à agropecuária, na adoção de medidas de controle e prevenção da SCPH em Minas Gerais, especialmente voltadas aos trabalhadores da terra para o plantio e colheita do capim braquiária, nos municípios com casos confirmados de SCPH, no estado.

Futuras investigações devem ser efetuadas nas condições locais que favoreceram a ocorrência dos casos dentro dos municípios, e também um detalhamento mais preciso da distribuição das espécies de roedores

silvestres e seu reconhecimento como transmissores do SCPH.

Os resultados apontam para urgência de uma atenção mais incisiva às conseqüências do uso da terra em que o contato do homem com ambiente silvestre, principalmente no plantio de pastagem e na área de floresta natural, seja mais ocorrente nas mesorregiões que notificaram casos confirmados de SCPH em Minas Gerais, no período estudado.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCANTARA, J. L. F.; GOMES, A. P.; FONTES, R. M. O. *et al.* Dinâmica da tecnologia agrícola brasileira, 1995-2006. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, nº 47, 2009, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre. 26 a 30 de julho, 2009. p. 1- 22.

ANDRADE, G.; DUARTE, A. R. Utilização do procedimento inferência Data-Driven para a estatística espacial SCAN em casos do diabetes no estado de Minas Gerais. In: XI SEMANA DA MATEMÁTICA E III SEMANA DA ESTATÍSTICA, *Rev. Estat. UFOP*, v.1, 2011.

BALSAN, R. Impactos decorrentes da modernização da Agricultura Brasileira. *CAMPO-TERRITÓRIO: Rev. Geog. Agrar.*, v.1, n.2, p.123-151, 2006.

BANCO DE DESENVOLVIMENTO DE MINAS GERAIS (BDMG). *Transformando o Desenvolvimento da Agropecuária*. In: BANCO DE DESENVOLVIMENTO DE MINAS GERAIS. *Minas Gerais do Século XXI*. Belo Horizonte: Rona Editora, 2002. v. IV, p.1-224.

BANCO DE DESENVOLVIMENTO DE MINAS GERAIS (BDMG). *Reinterpretando o espaço mineiro*. In: BANCO DE DESENVOLVIMENTO DE MINAS GERAIS. *Minas Gerais do Século XXI*. Belo Horizonte: Rona Editora, 2002. v. II, p. 1-336.

- BARCELLOS, C.; BASTOS, F. I. Geoprocessamento, ambiente e saúde, uma visão possível? *Cad. de Saude Pública*, v.12, p. 389-397, 1996.
- BARÓ, M. A.; VERGARA, J. O.; NAVARRETE, M. C. Hantavirus em Chile: revisión y análisis de casos desde 1975. *R. Med. Chile*, v.127, n.12, p. 1513-1523, Santiago, 1999.
- BASTOS, S. Q. A.; GOMES, J. E. Dinâmica da agricultura no estado de Minas Gerais: Análise diferencial-estrutural para o período 1994 a 2008. In: *XVI Seminário sobre a Economia Mineira*, 2010, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte, 2010. Disponível em: <[www.cedeplar.ufmg.br/seminarios/seminarioadamantina/2010/d10a009.pdf](http://www.cedeplar.ufmg.br/seminarios/seminarioadamantina/2010/d10a009.pdf)>. Acesso em: 29 de setembro de 2011.
- BONFIM, C.; MEDEIROS, Z. Epidemiologia e Geografia: dos primórdios ao geoprocessamento. *Rev. Esp. Saúde*. v. 10, n.1, p.53-62, 2008. Disponível em: [www.ccs.uel.br/espacoparasaude](http://www.ccs.uel.br/espacoparasaude). Acesso em 10 de maio de 2011.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Lei nº 4771. 15 de setembro de 1965. Código Florestal. Disponível em:<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L4771.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771.htm)>. Acesso em 10 de janeiro de 2012.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE. *Guia de Vigilância Epidemiológica*. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 7ª Ed., 2009. p. 816.
- BREDT, A.; MASSUNAGA, P. N. T.; BOFILL, M. I. R. A dinâmica da paisagem e da hantavirose no Distrito Federal. In: II WORKSHOP NACIONAL SOBRE PESQUISAS APLICADAS EM HANTAVÍRUS. 2008, Cuiabá. *Livro de Resumos*. Cuiabá: Ministério da Saúde, 26 a 29 de agosto, 2008. p. 3.
- BUSCH, M.; CAVIA, R.; CARBAJO, S. E. *et al.* Spatial e temporal analysis of distribution of hantavirus pulmonary syndrome in Buenos Aires Province, and its relation to rodent distribution, agricultural and demographic variables. *Trop. Med. Int. Health*, v. 9, n. 4, p. 508-19, 2004.
- CARVALHO, J. A.; TEIXEIRA, S. R. F.; CARVALHO, M. P. *et al.* Doenças emergentes: Uma análise sobre a relação do homem com o seu ambiente. *Rev. Práxis*, n. 1, p. 19-23, 2009.
- CENTERS FOR DISEASES CONTROLS AND PREVENTION (CDC). Outbreak of Acute Illness -- Southwestern United States, 1993. *Morb. Mortal. Wkly. Rep.*, v. 42, n. 22, p.421-424, 1993.
- CENTERS FOR DISEASES CONTROLS AND PREVENTION (CDC). Compilation of articles on hantavirus pulmonary syndrome – United States, 1993-1998. Outbreak of Hantavirus infection, Soutwestern United States. *Morb. Mortal. Wkly. Rep.*, v. 42, n. 23, p. 441-443, 1993.
- CENTERS FOR DISEASES CONTROLS AND PREVENTION (CDC). Compilation of articles on hantavirus pulmonary syndrome – United States, 1993-1998. Outbreak of Hantavirus infection, Soutwestern United States, *Morb. Mortal. Wkly. Rep.*, v. 42, n. 24, p. 477-479, 1993.
- CHILDS, J. E.; KSIAZEK, T. G.; SPIROPOULOU, C. F. *et al.* Serologic and genetic identification of *Peromyscus maniculatus* as primary rodent reservoir for a new hantavirus in the Southwestern United States. *J. Infect. Dis.*, v. 169, p. 1271-80, 1994.
- CLEMENT, J.; VERCAUTEREN, J.; VERSTRAETEN, W. W. *et al.* Relating increasing hantavirus incidences to changing climate: the mast connection. *Intern. J. Health Geo. Versão eletrônica*, 2009. Disponível em: <<http://www.ij-healthgeographics.com/contet/8/1/1.,2009>>. Acesso em: 9 de março de 2010.

DATASUS (Departamento de Informática do SUS) (2012). População residente de Minas Gerais. Disponível em: [www.http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?ibge/cnv/popmg.def](http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?ibge/cnv/popmg.def) Acesso em 01 de janeiro de 2012.

DONALÍSIO, M. R.; VASCONCELOS, C. H.; PEREIRA, L. E. *et al.* Aspectos climáticos em áreas de transmissão de hantavirose no Estado de São Paulo, Brasil. *Cad. Saude Pública*, v. 24, n. 5, p. 1141-1150, Rio de Janeiro, 2008.

DUBOC, E. Sistemas agroflorestais e o cerrado. In: *Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais*. p. 964-985, 2008. Disponível em: [http://simposio.cpac.embrapa.br/simposio/projeto/palestras/capitulo\\_31.pdf](http://simposio.cpac.embrapa.br/simposio/projeto/palestras/capitulo_31.pdf). Acesso em 10 de julho de 2011

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL (EMATER). Estudo e Perspectivas para a agropecuária em Minas Gerais em 2007. Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Governo de Minas Gerais. *Comunicação* 44p. Belo Horizonte, Minas Gerais, 2007.

ENRIA, D. A. M.; LEWIS, S. C. Zoonosis virales emergentes: las infecciones por hantavirus. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, v. 23, n. 2, p. 595-611, 2004.

FERREIRA, M. S.; NISHOIOKA, S. A.; SANTOS, T. L. *et al.* Hantavirus pulmonary syndrome in Brazil: Clinical aspects of three new cases. *Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo*, v. 42, p. 41-46, 2000.

FERREIRA, M. S. Hantavírus. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.*, v. 36, n. 1, p. 81-96, 2003.

FIGUEIREDO, L. T. M.; CAMPOS, G. M.; RODRIGUES, F. B. Síndrome Pulmonar e Cardiovascular por Hantavírus: aspectos epidemiológicos, clínicos, do diagnóstico laboratorial e do tratamento. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.*, v. 34, n. 1, p. 13-33, 2001.

GIMENES, M. J.; POGETTO, M. H. F. A. D.; PRADO, E. P. *et al.* Integração lavoura-pecuária – breve revisão. *Rev. Trop. Cienc. Agr. Biol.*, v.4, n.1, p. 52-60, 2010.

GLASS, G. E.; CHEEK, J. E.; PATZ, J. A. *et al.* Using remotely sensed data to identify areas at risk for hantavirus pulmonary syndrome. *Emerg. Infect. Dis.*, v. 6, n. 3, p. 238-247, 2000.

GODIM, G.M.M.; MONKEN, M.; ROJAS, L.I. *et al.* O Território da Saúde: a organização do sistema de saúde e a territorialização. In: MIRANDA, A.C.; BARCELLOS, C., MOREIRA, J.C. *et al.* *Território, Ambiente e Saúde. Desafios Metodológicos*. ed. 22. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2008. p. 237-256.

GUBLER D. J.; REITER, P.; EBI, K. L. *et al.* Climate variability and change in the United States: Potential impacts on vector and rodent-borne diseases. *Environm. Heath Perspect.*, v. 109, suppl. 2, p. 223-233, 2001.

HENKES, W. E.; BARCELLOS, C. Ecologia da paisagem da hantavirose no Estado do Rio Grande do Sul. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.*, v. 37, n. 6, p. 505-507, 2004.

HINO, P.; VILLA, T. C. S.; CUNHA, T. N. *et al.* Distribuição espacial de doenças endêmicas no município de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. *Ciência e Saúde Coletiva on-line*: 0218/2007. Disponível em: [http://WWW.abrasco.org.br/cienciaesaudecoletiva/artigos/artigo\\_int.php?id-artigo=1959](http://WWW.abrasco.org.br/cienciaesaudecoletiva/artigos/artigo_int.php?id-artigo=1959). Acesso em 15 de julho de 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Censo Agropecuário 1995-1996*. n.16. 421p., Rio de Janeiro: IBGE, 1996.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Censo Agropecuário 2006*. Rio de Janeiro: IBGE, 777p, 2006.

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS APLICADAS (IGA). Setores. Cartografia. Mesorregiões do IBGE. Disponível em: <[http://www.iga.br/sitelGA/IGA\\_09\\_Cartografia.php#Meso](http://www.iga.br/sitelGA/IGA_09_Cartografia.php#Meso)>. Acessado em 23/10/2011.

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS APLICADAS (IGA); CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS (CETEC). Base cartográfica de Minas Gerais de 1992.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Dinâmica dos municípios. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br/sites/000/2/publicação/livros/dirur/dinamicadosmunicipios/capitulo%201.pdf>>. Acesso em 30 de março de 2008.

JOHNSON, S. *O Mapa Fantasma*. ed. 2008. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2008. 272p.

JONSSON, C. B.; FIGUEIREDO, L. T. M.; VAPALAHTI, O. A Global perspective on hantavirus ecology, epidemiology and disease. *Clin. Microbiol. Rev.*, v. 23, n. 2, 2010.

JUDEZ, A. L. *Técnicas de análisis de datos multidimensionales*. Madrid: Ministério da Agricultura, Pesca y Alimentación, p. 301, 1989.

KAWA, H.; SABROZA, P.C. Espacialização da leishmaniose tegumentar na cidade do Rio de Janeiro. *Cad. Saúde Pública*. v. 18, n. 3, p. 853-865, 2002.

KOCH, D. E.; MOHLER, R. L.; GOODIN, D. G. Stratifying land use/land cover for spatial analysis of disease ecology and risk: an example using object-based classification techniques. *Geosp. Health*, v. 2, n. 1, p. 15-28, 2007.

LEE, H. W.; LEE, P. W.; JOHNSON, K. M. Isolation of the etiology agent of Korean hemorrhagic fever. *J. Infect. Dis.*, v. 137, p. 298-308, 1978.

LIMONGI, J. E.; COSTA, F. C.; PAULA, M. B. C. *et al.* Síndrome cardiopulmonar por hantavírus no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, Minas Gerais, 1998—2005: aspectos clínico-epidemiológicos de 23 casos. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.*, v. 40, n. 03, p. 295-299, 2007.

MATOS, P. F.; PESSOA, V. L. S. A Modernização da Agricultura no Cerrado: As Transformações Sócio-Espaciais nas Áreas do Chapadão do Distrito de Santo Antônio do Rio Verde, (Catalão – GO) – 1980 – 2000. In: II SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOGRAFIA “ PERSPECTIVAS PARA O CERRADO NO SÉCULO XXI”, 2003, *Amais... Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia – Instituto de Geografia*, 26 a 29 de novembro.

MEDRONHO, R. A.; WERNECK, G. L. Técnicas de Análise Espacial em Saúde. In: MEDRONHO, R.A., CARVALHO, D.M., BLOCK, K.V. *et al. Epidemiologia*. São Paulo: Atheneu. 2004. p. 427-446.

MENDES, J. B. *Estratégias e Mecanismos Financeiros para Florestas Plantadas*. 2005.68p. MBA em Gestão Empresarial - FAO – Food and Agricultural Organization of the United Nations, Curitiba.

MILLS, J. N.; CHILDS, J. E. Ecology studies rodent reservoirs: Their Relevance for human health, *Emerg. Infect. Dis.*, v. 4, n. 4, p. 529-37, 1998.

MINGOTI, S.A. Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2005. 297p.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº104 de 25 de janeiro de 2011. Define as terminologias adotadas em legislação nacional, conforme o disposto no Regulamento Sanitário Internacional 2005, a relação de doenças, agravos e eventos em saúde pública de notificação compulsória em todo o território nacional e estabelece fluxo, critérios, responsabilidades e atribuições aos profissionais e serviços de saúde. *Diário Oficial da União*, Brasília, 25 de janeiro de 2011. Seção 1, pág. 18.

- MIR, M. Hantaviruses. *Clin. Lab. Med.*, v. 30, n. 1, p. 67-91, 2010.
- MONKEN, M.; BARCELLOS, C. Vigilância em saúde e território utilizado: possibilidades teóricas e metodológicas. *Cad. Saúde Pub.* v.21, n. 3, p.898-908, 2005.
- MONKEN, M.; PEITER, P.; BARCELLOS, C. *et al.* O Território na Saúde: construindo referências para análises em saúde e ambiente. In: MIRANDA, A.C.; BARCELLOS, C., MOREIRA, J.C. *et al.* *Território, Ambiente e Saúde: Território e Saúde: dimensões teóricas e conceituais.* ed. 22. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2008. p.23-42.
- MUELLER, C. C.; MARTHA, G. B. Jr. A agropecuária e o desenvolvimento sócio-econômico recente do Cerrado. In: 9º SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, 2º SIMPÓSIO INTERNACIONAL SAVANAS TROPICAIS, 2008, Brasília. Anais... Brasília: Embrapa Cerrados, 1-36p.
- NICHOL, S. T.; ARIKAWA, J.; KAWAOKA, Y. Emerging viral diseases. *PNAS*, v. 97, n. 23, p. 12411-12412, nov. 7, 2000. Disponível: <[www.pnas.org](http://www.pnas.org)>. Acesso em 23 de janeiro de 2010.
- NICHOL, S. T.; SPIROPOULOU, C. F.; MORZUNOV, S. *et al.* Genetic identification of a hantavirus associated with an outbreak of acute respiratory illness. *Sci.*, v. 262, n. 5135, p. 914-7, 1993.
- NETSKI D.; THIRAN, B. H.; JEOR, S. C. S T. *Sin Nombre* virus pathogenesis in *peromyscus maniculatus*. *J. Virol.*, v. 73, n. 1, p. 585-591, jun. 1999.
- OLSSON, G.E.; HJERTQVIST, M.; LUNDKVIST, A.; HORNFLDT, B. Predicting High Risk for Human Hantavirus Infections, Sweden. *Emerg. Infect. Dis.*, v. 15, n. 1, p. 104-106, Janeiro, 2009.
- PADULA, P.; FIGUEROA, R.; NAVARRETE, M. *et al.* Transmission Study of Andes Hantavirus Infection in Wild Sigmodontine Rodents. *J. Virol.*, v. 78, n. 21, p. 11972 – 11979, 2004.
- PEREIRA, L. E. *Estudo Ecoepidemiológico de hantavirose em roedores das regiões da Mata Atlântica e Cerrado do Brasil.* 2006. 206p. Tese (Doutorado) - Coordenadoria de Controle de Doenças da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo - Secretaria de Saúde de São Paulo, São Paulo.
- PEREIRA, L. E. Aspectos epidemiológicos da síndrome cardiopulmonar por hantavírus nas Américas. *Bol. Epidemiol. Paulista.* Coordenadoria de Controle de Doenças, SES/SP, v.4, n.40, abril, 2007. Disponível em: <[http://www.cve.saude.sp.gov.br/agencia/bepa40\\_hanta.htm](http://www.cve.saude.sp.gov.br/agencia/bepa40_hanta.htm)>. Acesso em: 20 de janeiro de 2009.
- PEREIRA, L. E.; SOUZA, L. T. M.; SOUZA, R. P. *et al.* Histórico da Vigilância Ecoepidemiológica do hantavírus no Brasil. *Rev. da CIP*, v. 2, n. 3, p. 5-12, 1999.
- REZENDE, J. B.; SANTOS, A. C. A cadeia produtiva do carvão vegetal em Minas Gerais: pontos críticos e potencialidades. *Bol Tec.* Viçosa: EPAMIG, 2010. 80p.
- RIBEIRO, E. M.; FILHO, J. A. M.; AQUINO, D. *et al.* Políticas públicas, desenvolvimento regional e mercado de trabalho rural em Minas Gerais. *Cad. Admist. Rur.*, v.10, n.01, p.27-35, jan/jun, Lavras, 1998.
- ROSA, E. S.; MILLS, J. N.; PADULA, P. J. *et al.* Newly recognized hantaviruses associated with hantavirus pulmonary syndrome in northern Brazil: partial genetic characterization of viruses and serologic implication of likely reservoirs. *Vec. Bor. Zoonot. Dis*, v.5, n.1, p. 11-19, 2005.

- RUBIO, G. B. G.; CORRÊA, D. S.; HONORATO, F. C. *et al.* Importância da Vigilância no Controle da hantavirose no Estado do Paraná, 1992 a 2004. In: 4ª EXPOEPI – MOSTRA NACIONAL DE EXPERIÊNCIAS BEM-SUCEDIDAS EM EPIDEMIOLOGIA, PREVENÇÃO E CONTROLE DE DOENÇAS. nº 4, 2005, Brasília. *Anais...* Brasília, 23 a 26 de novembro de 2004. p. 48-49.
- SANTOS, J. P. *Aspectos geoambientais e epidemiológicos em áreas de transmissão da hantavirose no Distrito Federal. Estudo de Caso: São Sebastião – 2004 a 2008.* 2009. P. 89. Dissertação (Mestrado em Gestão ambiental e territorial) – Departamento de Geografia, Universidade de Brasília, Brasília.
- SANTOS, E. D.; GARRETT, D. O. Avaliação do Sistema de Vigilância de Hantavírus no Brasil. *Epid. Serv. Saude*, v. 14, n. 1, p. 15-31, 2005.
- SCHMALJOHN, C; HJELLE, B. Hantaviruses: A Global Disease Problem. *Emerg. Infect. Dis.*, v.3, n.2, p.1-14, 1997.
- SECRETARIA DE ESTADO DE SAÚDE DE MINAS GERAIS. Gerências Regionais de Saúde e Superintendências Regionais de Saúde, 2011. Disponível em: <[www.saude.mg.gov.br/institucional/integracao-institucional/grs/GRS](http://www.saude.mg.gov.br/institucional/integracao-institucional/grs/GRS)>. Acesso em: 20 de novembro de 2011.
- SECRETARIA DE ESTADO DE SAÚDE DE MINAS GERAIS. *Protocolo de Febres Hemorrágicas.* Ed. Assessoria de Comunicação Social - SES/MG. 78p. Belo Horizonte, 2002.
- SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE. Hantaviruses., Brasília, DF, 2012. Disponível em: <[http://portal.saude.gov.br/portal/saude/profissional/area.cfm?id\\_area=1558](http://portal.saude.gov.br/portal/saude/profissional/area.cfm?id_area=1558)>. Acesso em: 02 de janeiro de 2012.
- SILVA, H.; RESENDE, A.; ROSA, C. *et al.* Dinâmica agropecuária e urbanização: uma análise multivariada para Minas Gerais, 1995-2000. In: XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 2005. *Anais...* Disponível em <<http://www.anpec.org.br/encontro2005/artigos/A05A140.pdf>>. Acesso em: 13 de março de 2011.
- SILVA, J. A. *Organização do espaço agrário e a distribuição da raiva bovina em Minas Gerais, 1976 a 1997.* 1999. 199p. Tese (Doutorado) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte
- SILVA, L. J. A Ocupação do Espaço e Doenças Endêmicas. A Ocupação do Espaço e a Ocorrência de endemias. In: BARATA, R.B.; BRICEÑO-LEÓN, R. *Doenças Endêmicas.* 20. ed. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2000. p.139-150.
- SILVA, M. V.; VASCONCELLOS, M. J.; HIDALGO, N. T. R. *et al.* Hantavirus Pulmonary Syndrome. Report of the first three cases in São Paulo, Brazil. *Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo*, v.39, n. 4, p. 231-234, São Paulo, 1997.
- SILVA-VERGARA, M. L.; JÚNIOR, J. C. C.; BARATA, C. H. *et al.* Hantavirus Pulmonary Syndrome in Uberaba, Brazil. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, v. 97, n. 06, p. 783-787, Rio de Janeiro, 2002.
- SOSA-ESTANI, S.; SALOMÓN, O. D.; GÓMEZ, A. O. *et al.* Diferencias regionales y Síndrome Pulmonar por Hantavirus (enfermedad emergente y tropical en Argentina). *Cad. Saude Pública*, v. 17 (suplemento), p. 47-57, Rio de Janeiro, 2001.
- SOUZA, L. T. M.; SUZUKI, A.; PEREIRA, L. E. *et al.* Identificação das espécies de roedores reservatórios de hantavírus no sul e sudeste do Brasil. *Inf. Epid. SUS*, v. 11, n. 4, p. 161-163, outubro/dezembro, 2002.

SUZÁN, G.; MARCÉ, E.; GIERMANKOWSKI, J. T. *et al.* Experimental evidence for reduced rodent diversity causing increased hantavirus prevalence. *PLoS ONE*, v.4, n.5, p.54-61, may, 2009. Disponível em: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?tool=pubmed&pubmedid=19421313>> Acesso em 23 de agosto de 2010.

SUZUKI, A.; BISORDI, I.; LEVIS, S. *et al.* Identifying rodent hantavirus reservoirs, Brazil. *Emerg. Infect. Dis.*, v. 10, n. 12, p. 2127-34, 2004.

YOUNG, J. C.; MILLS, J. N.; ENRIA, D. A. *et al.* New World hantaviruses. *Br. Med. Bull.*, v. 54, n. 3, p. 659-73, 1998.