

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

**CARTOGRAFIA REGIONAL DA LEPTOSPIROSE:
DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DA PATOLOGIA NA
4ª COORDENADORIA REGIONAL DE SAÚDE, RS.**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Carlos André Aita Schmitz

Santa Maria, RS, Brasil

2010

**CARTOGRAFIA REGIONAL DA LEPTOSPIROSE:
DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DA PATOLOGIA NA 4ª
COORDENADORIA REGIONAL DE SAÚDE, RS.**

por

Carlos André Aita Schmitz

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

Orientador: Prof. Roberto Cassol

Santa Maria, RS, Brasil

2010

Schmitz, Carlos André Aita

S335c

Cartografia regional da leptospirose: dinâmica espaço-temporal da patologia na 4ª Coordenadoria Regional de Saúde, RS / por Carlos André Aita Schmitz; orientador Roberto Cassol. – Santa Maria, 2010.

154 f. ; Il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Geomática, RS, 2010.

1. Geomática 2. Leptospirose 3. Espacialização 4. Análise de Regressão 5. Cartografia 6. Ciências da Saúde II. Cassol, Roberto, orient. III. Título.

CDU: 528.9:616.99

Ficha catalográfica elabora por
Luiz Marchiotti Fernandes – CRB-10/1160
Biblioteca Central/ Universidade Federal de Sergipe

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

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

**CARTOGRAFIA REGIONAL DA LEPTOSPIROSE:
DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DA PATOLOGIA NA 4ª
COORDENADORIA REGIONAL DE SAÚDE, RS.**

elaborada por
Carlos André Aita Schmitz

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Geomática

COMISSÃO EXAMINADORA:

Roberto Cassol, Dr.
(Presidente/Orientador)

Felipe Martins Müller, Dr. (UFSM)

Erno Harzheim, Dr. (UFRGS)

Santa Maria, 31 de março de 2010.

Para minha mulher, Elieser:

Se em tudo a vida pesa,

Tu a fazes leve.

Se em tudo a dor é forte,

Tu a fazes tépida.

Se em tudo a alma se perde

E a escuridão é fria,

E mesmo se tudo acabar

Se, ainda assim,

Existires tu...

AGRADECIMENTOS

A minha companheira Elieser, por ser o maior modelo de fibra, de ética e de postura que tive nesta existência, por estar presente em absolutamente todos os momentos, por carregar o piano junto, por ter escolhido sorrir e sofrer junto comigo, por ser a mulher da minha vida e me inspirar em tudo o que faço.

A minha mãe Terezinha, por estar sempre presente nos momentos “de real aperto”, por sua fé, por seu otimismo e por estar sempre disposta a ajudar a todos.

A meu pai Antônio Guilherme, de quem herdei o prazer de ler e com quem aprendi a leitura dinâmica.

Aos demais familiares que acompanham minha trajetória e torcem por meu sucesso.

Ao meu orientador, professor Roberto Cassol, pela paciência com meu ritmo irregular e bipolar de produção, pela consistência dos conhecimentos que me passou, por estar sempre disponível em todas as vezes que o demandei e, principalmente, por sua amizade.

Ao meu coorientador, professor José Américo de Mello Filho, por todo o apoio, dicas e também por sua amizade.

Aos professores da comissão examinadora, Erno Harzhein, Carlito Vieira de Moraes (suplente) e Felipe Martins Müller, pelas fundamentais contribuições à dissertação.

Aos professores Carlito Vieira e Eno Darci Saatkamp, por não faltarem nenhuma aula, por chegarem antes do horário e saírem depois dele, pelo domínio de conteúdo e por me fazerem acreditar que é possível aprender estatística e geodésia.

Ao amigo e praticamente coorientador, Paulo Vinicius Nascimento Fontanive. Sem sua paciência, tempo e capacidade didática, o desenho do modelo estatístico e a avaliação dos dados teria sido improvável no tempo disponível.

Ao amigo Nilson Maestri Carvalho e sua família, que abdicaram de tempo e de espaço para me acolher em Porto Alegre, praticamente, adotando-me como “filho mais velho”.

A todos os colegas do mestrado, especialmente, ao Deprá e ao Diogo por terem me brindado com sua amizade e terem facilitado a adaptação de um “bicho” da saúde no meio rural. Aos corajosos colegas Roger, Daniel e Luis (ao todo, éramos em quatro na disciplina) pela ajuda no difícil aprendizado da Geodésia. À colega Hilda, por seu tempo e ajuda na coleta de dados. Ao colega e bibliotecário Luiz Marchiotti Fernandes, pela minuciosa revisão das referências e pela elaboração da ficha catalográfica.

Ao amigo Cezar Bastianelo Vaz pela ajuda na sobreposição da grade de setores censitários com o arruamento de Santa Maria.

Aos professores e amigos do Curso de Meteorologia (Vagner Anabor e Everson Bento) sem os quais a avaliação pluviométrica teria sido impossível e aos Professores Nereu Augusto Streck e João Batista Dias de Paiva pelos dados e dicas fornecidos nos últimos minutos do segundo tempo.

Aos amigos do Núcleo de Vigilância Epidemiológica Hospitalar (especialmente Natália e Tatiane) e do Hospital Universitário de Santa Maria; aos da 4ª Coordenadoria Regional de Saúde e aos da Secretaria Municipal de Saúde.

Aos colegas, amigos e pacientes da Caixa de Assistência dos Funcionários do Banco do Brasil – CASSI, que acompanharam toda a longa trajetória deste mestrado.

À UFSM, por estar presente na minha vida desde a infância (filho de funcionários), por ser palco de boa parte de minha trajetória acadêmica e profissional, como técnico em mecânica (aluno do Colégio Técnico Industrial), como técnico em tecnologia da informação (funcionário do Hospital Universitário de Santa Maria), como médico (acadêmico do Centro de Ciências da Saúde) e como mestrando em geomática (Centro de Ciências Rurais).

Àqueles que, por motivos pessoais, impuseram dificuldades a este processo, pois incrementaram o sabor e o valor da vitória.

Às forças que regem este Universo, por fazerem da vida o melhor dos jogos.

RESUMO

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

CARTOGRAFIA REGIONAL DA LEPTOSPIROSE: DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DA PATOLOGIA NA 4ª COORDENADORIA REGIONAL DE SAÚDE, RS.

AUTOR: CARLOS ANDRÉ AITA SCHMITZ

ORIENTADOR: ROBERTO CASSOL

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 31 de março de 2010.

A leptospirose é uma patologia ubíqua, de veiculação hídrica, com vários reservatórios animais (silvestres e domésticos) e transmissão urbana e rural, recebendo influências climáticas/socioeconômicas. Suas manifestações variam desde quadros assintomáticos e leves até quadros hemorrágicos fulminantes. Esta pesquisa objetivou avaliar os casos notificados no SINAN pela 4ªCRS, RS, no período de 1999 a 2006, realizando a espacialização regional das ocorrências e buscando correlações com variáveis socioeconômicas e ambientais em escala regional (casos rurais/4ªCRS) e em escala local (casos urbanos/Santa Maria). Optou-se, na primeira etapa, por um desenho de estudo descritivo do tipo investigação de série de casos, para avaliação da completude e descrição das variáveis da ficha de investigação e, na segunda etapa, por um desenho de estudo ecológico, explorando comparações geográficas na escala regional e local e de séries históricas na escala local. As ocorrências regionais (131 casos rurais) foram comparadas com variáveis demográficas, antrópicas e geográficas (produção agrícola/pecuária, densidade demográfica e altitude da sede municipal). Nas comparações geográficas locais, utilizaram-se os casos de infecção urbana em ambiente domiciliar (63 casos/Santa Maria), localizados com levantamento de campo e com ajuda de uma base cartográfica digital do arruamento sobreposta pela grade de setores censitários. Considerou-se: proporção de domicílios improvisados, não ligados à rede de abastecimento de água, sem banheiro ou com esgotamento sanitário irregular, com descarte irregular para o lixo, proporção de pessoas não alfabetizadas e densidade demográfica. Na comparação de séries temporais, utilizou-se a pluviosidade, as cotas das bacias que drenam o município e as variáveis temperatura e umidade relativa do ar. A análise estatística foi baseada em regressão linear e regressão de Poisson com variância robusta. Adultos de meia idade (51,84%), pessoas do sexo masculino (68,66%) e pessoas de baixa escolaridade (58,26%) foram mais acometidos. Atividades ligadas à agropecuária (27,14%) e atividades domésticas (12,38%) estiveram presentes na maioria dos casos. Os percentuais de 55,84 e 45,18 estiveram envolvidos, respectivamente, com criação de animais e lavoura. A área rural foi implicada na maioria das situações (48,34%). Unidades de APS centralizaram o maior número de notificações (casos leves). Por outro lado, icterícia, mialgia e congestão conjuntival apresentaram diferenças significantes entre casos notificados e confirmados, sugerindo a hipótese de que esta tríade possa ser utilizada na diferenciação diagnóstica. Da mesma forma, alterações renais, pulmonares e cardíacas foram constatadas na maioria dos óbitos. A incidência média (por 10⁵ habitantes) e a letalidade acumulada (%) foram respectivamente 11,61 e 4,72 para Santa Maria e 9,81 e 3,23 para a regional e 5,17 e 5,52 para o Estado e 1,80 e 9,57 para o País. No estudo regional a análise estatística e o mapeamento dos casos mostraram uma tendência ($p < 0,181$) para correlação da ocorrência ou não de casos com a altitude e uma correlação com o rebanho suíno ($p < 0,037$). No estudo local, constatou-se correlação com a densidade demográfica ($p < 0,035$) e a proporção de pessoas não alfabetizadas ($p < 0,067$). A proporção de domicílios não ligados à rede de abastecimento de água apresentou uma tendência de correlação ($p < 0,187$). Nas comparações de séries cronológicas, a pluviosidade apresentou correlação significativa ($p > 0,053$) e a temperatura apresentou uma tendência de correlação ($p < 0,180$) com a ocorrência de casos urbanos. Os dados apontam para a necessidade de mais investimentos em educação e saneamento e levantam a possibilidade de aprofundamento nas questões levantadas quanto ao rebanho de suínos, à sintomatologia e à ocorrência urbana de casos.

Palavras-chave: Leptospirose, espacialização, análise de regressão

ABSTRACT

Dissertation of Master's Degree
Programa de Pós-Graduação em Geomática
Universidade Federal de Santa Maria

REGIONAL MAPPING OF THE LEPTOSPIROSIS: SPATIOTEMPORAL DYNAMICS OF PATHOLOGY AT THE 4TH REGIONAL HEALTH DISTRICT, RS.

AUTHOR: CARLOS ANDRÉ AITA SCHMITZ

ADVISOR: ROBERTO CASSOL

Date and Location of Defense: Santa Maria, 31 de março de 2010.

Leptospirosis is a ubiquitous disease, waterborne, with several animal reservoirs (wild and domestic) and urban and rural transmission, receiving climatic/socioeconomic influences. Its manifestations vary from asymptomatic and light tables to hemorrhagic fevers. This study aimed to evaluate the cases reported in SINAN of the 4thCRS, RS, from 1999 to 2006, performing the spatialization of regional events and looking for correlations with socioeconomic and environmental factors on a regional scale (rural occurrences/4thCRS) and local scale (urban cases/Santa Maria). It was decided, in the first step, by a descriptive study design type investigation of a case series, to evaluate the completeness and description of the variables the investigation form and, in the second stage, in an ecological study design, exploring regional and local geographical comparisons, local geographical comparisons and local comparisons of chronological series. The regional events (131 rural cases) were compared with demographic, geographic and anthropogenic variables (agricultural/livestock production, population density and altitude of the municipal seat). In local geographical comparisons were used cases of urban infection in home environment (63 cases/Santa Maria), located on field survey and with the help of a digital cartographic base of the streets overlaid by census grid. It was considered the proportion of improvised households, not connected to the mains water supply, no toilet or with irregular sanitation, with irregular disposal of the trash, the proportion of illiterate people and population density. In the chronological series comparison were used the rainfall, the dues of the rivers that drain the city and the variables temperature and relative humidity. Statistical analysis was based on linear regression and Poisson regression with robust variance. Middle-aged adults (51.84%), males (68.66%) and people with low education (58.26%) were most affected. Activities related to agriculture (27.14%), and domestic activities (12.38%) were present in most cases. The percentages of 55.84 and 45.18 were involved, respectively, with animal husbandry and farming. The rural area has been implicated in most situations (48.34%). Primary care units centralizing many notifications (mild cases). Moreover, jaundice, myalgia and conjunctival congestion present significant differences between cases reported and confirmed, suggesting the hypothesis that this triad can be used for differential diagnosis. Similarly, changes in the kidneys, lungs and heart were observed in most of the deaths. The mean incidence (per 10⁵ inhabitants) and cumulative mortality (%) were respectively 11.61 and 4.72 to Santa Maria and 9.81 and 3.23 for the regional and 5.17 and 5.52 to the state and 1.80 and 9.57 for the country. In regional study, statistical analysis and mapping of cases showed a trend ($p < 0.181$) correlation to the occurrence of cases with altitude and a correlation with the herd pig ($p < 0.037$). The local study found a correlation with population density ($p < 0.035$) and the proportion of illiterate people ($p < 0.067$). The proportion of households not connected to the water supply showed a trend correlation ($p < 0.187$). In comparisons of chronological series, rainfall showed significant correlation ($p > 0.053$) and temperature showed a trend correlation ($p < 0.180$) with the occurrence of urban cases. The data indicate the need for more investment in education and sanitation and raise the possibility of deepening the questions raised about the herd of pigs, the symptoms and the occurrence of urban cases.

Keywords: Leptospirosis, spatialization, regression analysis

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Quadro de exemplos de escala cartográfica.	41
Figura 2 - Relação entre a pluviosidade mensal e as ocorrências de leptospirose em Curitiba, Paraná, no período de 1997 a 2001 (PAULA, 2005).....	49
Figura 3 – Médias mensais de internações por leptospirose e da precipitação pluviométrica na cidade de Salvador – BA, no período entre janeiro/1993 e dezembro/1996 (COSTA et al, 2001).	50
Figura 4 – Casos de leptospirose, áreas de risco para inundação e áreas de influência (<i>buffers</i>) ao redor de locais de acumulação de lixo na região oeste da cidade do Rio de Janeiro – RJ (BARCELLOS e SABROZA, 2001).	50
Figura 5 – Série temporal da leptospirose e pluviosidade em Salvador – BA, no período de 1996-2006 (NUNES, 2007).	52
Figura 6 - Mapa da razão de <i>kernel</i> dos casos de leptospirose em Salvador - BA, entre os períodos de seca e de chuva, 1996-2006 (NUNES, 2007).....	53
Figura 7 – Sobreposição de áreas críticas de incidência de leptospirose no Rio Grande do Sul, segundo faixa de altitude, bacias hidrográficas e uso do solo. (BARCELLOS et al, 2003,)	54
Figura 8 – Forma de utilização do localizador alfanumérico.....	62
Figura 9 – Mapa da 4ª Coordenadoria Regional de Saúde do Rio Grande do Sul com suas microrregiões de saúde e os municípios correspondentes RS: Microrregiões e municípios.....	63
Figura 10 - Mapa de aproximação entre os setores censitários do Censo 2000 e as Regiões administrativas de Santa Maria com os bairros correspondentes.	64
Figura 11 – Quadro de variáveis socioeconômicas extraídas do Censo 2000.....	67
Figura 12 – Quadro do percentual anual de campos preenchidos corretamente nas fichas de investigação epidemiológica de casos confirmados de leptospirose na 4ª Coordenadoria Regional de Saúde do Rio Grande do Sul, de 1999 a 2006.	73
Figura 13 – Escores padronizados de completitude por período, 1999-2006.	74

Figura 14 – Comparação entre população média, valores absolutos de casos e óbitos, incidência média (por 10 ⁵ habitantes) e letalidade acumulada (%) de leptospirose por nível geográfico no período de 1999 a 2006.....	75
Figura 15 – Distribuição anual de casos de leptospirose na 4 ^a Coordenadoria Regional de Saúde do Rio Grande do Sul.....	77
Figura 16 - Distribuição anual de casos de leptospirose no estado do Rio Grande do Sul, RS	77
Figura 17 – Quadro de variáveis socioeconômicas relativas aos casos de leptospirose na 4 ^a Coordenadoria Regional de Saúde do Rio Grande do Sul, de 1999 a 2006.	78
Figura 18 – Gráfico dos valores percentuais da ocorrência de situação de risco nos 25 dias que antecederam os primeiros sintomas nos casos de leptospirose da 4 ^a Coordenadoria Regional de Saúde do Rio Grande do Sul, de 1999 a 2006.	79
Figura 19 – Gráfico dos valores percentuais da ocorrência de sinais e sintomas nos casos de leptospirose da 4 ^a Coordenadoria Regional de Saúde do Rio Grande do Sul, de 1999 a 2006.....	79
Figura 20 – Mapas da incidência e dos casos de leptospirose, com estratificação urbana e rural, 4 ^a Coordenadoria Regional de Saúde, Rio grande do Sul.	84
Figura 21 – Mapas da altitude da sede municipal em metros e da densidade demográfica rural em habitantes/Km ² (a), do rebanho total e da estratificação por rebanho em cabeças (b) e da área de plantio total e da estratificação por culturas em hectares (c) da 4 ^a Coordenadoria Regional de Saúde, Rio Grande do Sul.....	85
Figura 22 – Mapas das correlações entre as variáveis preditoras significativas e a ocorrência de casos rurais de leptospirose nos municípios da 4 ^a Coordenadoria Regional de Saúde, Rio Grande do Sul.	86
Figura 23 – Mapas da distribuição das variáveis preditoras do Censo 2000, por nível de agregação, no núcleo urbano do Município de Santa Maria, Rio Grande do Sul.	89
Figura 24 – Mapa da distribuição dos casos urbanos de leptospirose por bairro e por Região Administrativa de Santa Maria, Rio Grande do Sul.	92

Figura 25 – Mapa de casos de leptospirose por setor censitário de Santa Maria, Rio Grande do Sul.	93
Figura 26 - Mapa da correlação (+) entre a densidade demográfica e a ocorrência de casos de leptospirose por bairro de Santa Maria, Rio Grande do Sul. ...	94
Figura 27 – Mapa da correlação (+) entre a proporção de pessoas não alfabetizadas e a ocorrência de casos de leptospirose por setor censitário em Santa Maria, Rio grande do Sul.	95
Figura 28 - Mapa da tendência de correlação (+) entre a proporção de domicílios não ligados à rede de abastecimento de água e a ocorrência de casos de leptospirose em Santa Maria, Rio grande do Sul.	96
Figura 29 – Quadro de exemplos de escala cartográfica.	116
Figura 30 – Exemplos de escala.	117
Figura 31 - Limites do núcleo urbano, Santa Maria. Escala 1:300.000.	119
Figura 32 - Limites do núcleo urbano, Santa Maria. Escala 1:100.000.	119
Figura 33 - Detalhe do arruamento e prédios da UFSM. Escala 1:15.000.	120
Figura 34 – Mapa de Ga-Sur.	121
Figura 35 – Experimento de Eratóstenes.	122
Figura 36 – Mapa da peste em Bari, 1694, por Fillipo Arrieta.	124
Figura 37 - Mapa das condições sanitárias da cidade de Leeds, na Inglaterra, em 1832.	124
Figura 38 – Mapa e detalhe do mapa de Snow.	125
Figura 39 – Margem de influência de Broad Street.	126
Figura 40 – Influência das forças centrífuga e gravitacional na forma do elipsóide.	129
Figura 41 – Representação gráfica das ondulações do geóide.	130
Figura 42 – Modelos de superfície terrestre.	131
Figura 43 – Representação da Eclíptica.	131
Figura 44 – Critério de determinação dos paralelos especiais.	132
Figura 45 - Representação esquemática das estações do ano em função da inclinação do eixo terrestre em relação ao eixo da Eclíptica.	133
Figura 46 – Movimentos de precessão e nutação.	134
Figura 47 – Sistemas de coordenadas.	136
Figura 48 - Equador e paralelo -30°.	138
Figura 49 – Modelos de aproximação à forma da Terra.	139
Figura 50 – Tipos de <i>Data</i>	140

Figura 51 – Diferenças entre SIRGAS e SAD69.	142
Figura 52 – Rede continental de estações SIRGAS.....	142
Figura 53 – Marégrafo.....	143
Figura 54 – Terra-laranja.....	144
Figura 55 – Planificações da Terra-laranja.....	144
Figura 56 – Superfícies de projeção desenvolvíveis no plano.....	145
Figura 57 – Cilindro secante.....	146
Figura 58 – Fuso UTM.	147
Figura 59 – Sistema UTM.....	148

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Totais de notificações e de confirmações por unidade notificadora e da proporção anual de confirmação/notificação de casos de leptospirose na 4ª Coordenadoria Regional de Saúde do Rio Grande do Sul, de 1999 a 2006.....75
- Tabela 2 – Diferenças entre ocorrências de sinais e sintomas dos casos confirmados e descartados, hospitalizados e não hospitalizados e com desfecho de óbito e de cura nas notificações de leptospirose na 4ª Coordenadoria Regional de Saúde do Rio Grande do Sul, de 1999 a 2006.....81
- Tabela 3 – Resultados da análise estatística do estudo ecológico regional para as comparações geográficas das variáveis preditoras rurais com a ocorrência ou não de casos rurais de leptospirose nos municípios da 4ª Coordenadoria Regional de Saúde, Rio Grande do Sul.83
- Tabela 4 - Resultados da análise estatística do estudo ecológico local em nível de agregação de Região Administrativa, para as comparações geográficas das variáveis preditoras do Censo 2000 com a ocorrência ou não de casos urbanos de leptospirose no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul.91
- Tabela 5 - Resultados da análise estatística do estudo ecológico local em nível de agregação de bairro, para as comparações geográficas das variáveis preditoras do Censo 2000 com a ocorrência ou não de casos urbanos de leptospirose no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul.91
- Tabela 6 - Resultados da análise estatística do estudo ecológico local em nível de agregação de setor censitário, para as comparações geográficas das variáveis preditoras do Censo 2000 com a ocorrência ou não de casos urbanos de leptospirose no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul.91
- Tabela 7 - Resultados da análise estatística do estudo ecológico local para as comparações de séries cronológicas geográficas das variáveis preditoras urbanas com a ocorrência ou não de casos urbanos de leptospirose no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul.....98

LISTA DE ABREVIATURAS

4^aCRS - 4^a Coordenadoria Regional de Saúde

ABIEPCS - Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína

ANA - Agência Nacional de Águas

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

APS – Atenção Primária à Saúde

CASSI - Caixa de Assistência dos Funcionários do Banco do Brasil

CCIH - Comissão de Controle de Infecção Hospitalar

CCR - Centro de Ciências Rurais

CENEPI - Centro Nacional de Epidemiologia

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

COVISA - Coordenação de Vigilância em Saúde

DATASUS - Departamento de Informática do SUS

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ESRI - *Environmental Systems Research Institute*

FGV - Fundação Getúlio Vargas

FII - Ficha de Investigação Individual

FIN - Ficha de Notificação

GPS – *Global Positioning System*

HUSM - Hospital Universitário de Santa Maria

IBAMA – Instituto Nacional do Meio Ambiente

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INCRA – Instituto Nacional da Reforma Agrária

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

LabGe - Laboratório de Geomática

MAT - *Microscopic Agglutination Test*

NVEH - Núcleo de Vigilância Epidemiológica Hospitalar

OPAS - Organização Pan-Americana da Saúde

PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios

RA - Região Administrativa
RIPSA - Rede Interagencial de Informação para a Saúde
RPM – Razão Padronizada de Mortalidade ou Morbidade
SEMA - Secretaria Estadual do Meio Ambiente
SIG - Sistema de Informação Geográfica
SIH - Sistema de Informações Hospitalares
SIM - Sistema de Informação de Mortalidade
SINAN - Sistema Nacional de Agravos de Notificação
SINASC - Sistema de Informação sobre Nascidos Vivos
SIVAM - Sistema de Vigilância da Amazônia
SMS - Secretaria Municipal de Saúde
SPIM - Serviço de Processamento de Imagens Médicas
SQL - *Structured Query Language*
SUS - Sistema Único de Saúde
SVS - Secretaria de Vigilância em Saúde
TLIC - The Leptospirosis Information Center
UFSM - Universidade Federal de Santa Maria
WHO - *World Health Organization*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
1.1	MAS O QUE É GEOMÁTICA?.....	17
1.2	MAS POR QUE GEOMÁTICA E POR QUE LEPTOSPIROSE?	18
1.3	NÃO SOU O ÚNICO	19
1.4	OBJETIVOS	22
1.4.1	Objetivo Geral	22
1.4.2	Objetivos Específicos.....	22
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	23
2.1	LEPTOSPIROSE – ASPECTOS GERAIS	23
2.2	LEPTOSPIROSE – ASPECTOS HISTÓRICOS	27
2.3	LEPTOSPIROSE – EPIDEMIOLOGIA.....	29
2.3.1	Leptospirose no Mundo	31
2.3.2	Leptospirose no Brasil	33
2.3.3	Leptospirose no Rio Grande do Sul.....	34
2.3.4	Geografia, epidemiologia e saúde	36
2.3.5	Geomática, epidemiologia e saúde.....	39
2.3.5.1	Desenho de estudo epidemiológico em geomática.....	44
2.3.5.2	Mapeamento temático	46
2.3.5.3	Epidemiologia espacial	47
2.3.6	Estudos Espaciais de Leptospirose	48
2.3.7	Estatística e epidemiologia	55
3	METODOLOGIA.....	60
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	71
4.1	ESTUDO DE SÉRIE DE CASOS	71
4.2	ESTUDO ECOLÓGICO.....	81
4.2.1	Estudo ecológico regional.....	81
4.2.2	Estudo Ecológico local.....	88
4.2.2.1	Comparações geográficas	88
4.2.2.2	Comparações de séries cronológicas	97
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	99
	REFERÊNCIAS.....	101
	APÊNDICE A - BREVE ENSAIO SOBRE A CARTOGRAFIA.....	114
	INTRODUÇÃO	114
	ANTES DA CARTOGRAFIA EM SI, UMA PALAVRA SOBRE ESCALA.....	114
	ESCALA OPERACIONAL, GEOGRÁFICA E CARTOGRÁFICA.....	115
	DETALHANDO A ESCALA CARTOGRÁFICA	115
	CONCEITO DE CARTOGRAFIA.....	118
	UM POUCO DA HISTÓRIA DA CARTOGRAFIA.....	120
	A HISTÓRIA DA CARTOGRAFIA EM SAÚDE.....	122

ENTENDENDO O OBJETO DA CARTOGRAFIA (A TERRA) POR MEIO DA GEODÉSIA.....	127
A FORMA	128
OS MOVIMENTOS	130
ANTES DE REALIZAR A CARTA HÁ QUE SE LOCALIZAR O PONTO: CONCEITOS NECESSÁRIOS PARA A COMPREENSÃO DO PROCESSO.....	135
SISTEMAS DE COORDENADAS E SUPERFÍCIES DE REFERÊNCIA.....	135
DATUM	139
Datum planimétrico local	140
Datum planimétrico global	141
Datum altimétrico ou vertical	142
PROJEÇÕES CARTOGRÁFICAS	143
Projeção UTM	145
CONSIDERAÇÕES SOBRE CARTA, MAPA E PLANTA.....	148
ANEXO A – FICHA DE INVESTIGAÇÃO PARA LEPTOSPIROSE – SINAN DOS (ATÉ 2006)	150
ANEXO B - FICHA DE INVESTIGAÇÃO PARA LEPTOSPIROSE – SINAN NET (A PARTIR DE 2007)	152

1 INTRODUÇÃO

1.1 Mas o que é geomática?

Questão automática, levantada em qualquer local não frequentado por acadêmicos da geografia e afins, sempre que citado o tema do mestrado, inicialmente respondida de forma intuitiva e simplória: é uma mistura de geografia com informática. Na tentativa de explicar melhor, perante faces que continuavam interrogativas, seguia a argumentação: usam-se coisas como GPS¹ (aparelho de), fotos de satélite e mapas digitais.

No decorrer do mestrado, com o cumprimento dos créditos, esta percepção foi melhorada: as informações geográficas (ou espaciais) estão relacionadas com tudo o que acontece na superfície terrestre (meio ambiente, atividade humana, recursos naturais, entre outros). A geomática cria uma detalhada imagem do mundo, utilizando ciências tradicionalmente ligadas à geografia como: topografia, cartografia, hidrografia, geodésia, fotogrametria, agrimensura, auxiliadas pelas ciências exatas (matemática, física, estatística) e integradas com novas tecnologias como sensoriamento remoto, mapeamento digital, sistemas de posicionamento por satélite e sistemas de informações geográficas (ou, simplificando, agrega ferramentas e conceitos da geografia e da informática...)

¹ Acrônimo inglês para *Global Positioning System*, ou Sistema de Posicionamento Global.

1.2 Mas por que geomática e por que leptospirose?

Pareceu-me a oportunidade ideal de unir as tecnologias leves da saúde pública com o arsenal de tecnologias duras da informática. Apenas a espacialização de agravos, uma das várias ferramentas disponíveis no âmbito da geomática, gera um grande manancial de possibilidade para a área da saúde. Junte-se a isso o resgate do aprendizado da geografia com todos os acréscimos possibilitados pelo currículo do mestrado.

Já a escolha do tema, seguindo o perfil pessoal relatado no item seguinte, foi pragmática. A leptospirose é uma patologia ubíqua e faz parte do grupo de doenças de veiculação hídrica, sendo uma doença de notificação compulsória em nosso país. À exceção dos polos, ela está presente em todos os continentes e possui uma vasta gama de reservatórios animais, tanto silvestres como domésticos, apresentando; portanto, padrões de transmissão urbanos e rurais. A ocorrência de casos recebe influência climática (chuvas, temperatura, umidade relativa do ar), geográfica (altitude) e socioeconômica (produção agropecuária, bolsões de miséria, falta de esgotamento sanitário e drenagem urbana). Acomete humanos e animais desde a antiguidade e suas manifestações variam desde quadros assintomáticos e leves (semelhantes a um resfriado comum) até quadros hemorrágicos fulminantes.

O pragmatismo da escolha está ligado à utilidade do tema para o serviço no qual estou lotado, o Núcleo de Vigilância Epidemiológica Hospitalar – NVEH, do Hospital Universitário de Santa Maria – HUSM, já que a patologia faz parte da lista de doenças de notificação compulsória. Além disso, é um tema cercado de polêmica na mídia e no meio acadêmico local, logo carecendo de esclarecimentos, pois não havia estudos locais mais completos a respeito (existem vários relatos sobre sua ocorrência no mundo, no Brasil e no estado, mas a incidência regional e local ainda não foi levantada). Por fim, suas características ambientais e socioeconômicas a tornam um tema compatível com a linha de pesquisa e com os interesses do programa de mestrado.

1.3 Não sou o único

O mestrado, além de proporcionar-me crescimento acadêmico, foi uma importante ferramenta de crescimento pessoal, considero; portanto, pertinente relatar a trajetória pessoal que me trouxe até ele e as escolhas feitas em função desta pós-graduação.

Trabalho e estudo (além das reviravoltas profissionais) são atividades simultâneas que pratico desde os quinze anos, quando ingressei no mercado informal de trabalho. Iniciei como iluminador em uma pequena produtora de vídeo, ao mesmo tempo em que cursava o segundo grau profissionalizante em mecânica no Colégio Técnico Industrial da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM. Por prazer, na época, aprendi programação de computadores e a carreira de técnico mecânico durou exatos nove meses, tempo necessário para acumular fundos para comprar o primeiro computador (em sociedade com meu irmão) e abrir minha primeira empresa (um birô de processamento de dados), aos 18 anos de idade, no mesmo ano em que decidi que iria ser médico (um ano antes de casar).

Passar no vestibular para medicina, trabalhando não foi fácil e logrei êxito na sétima tentativa, ao mesmo tempo em que passei no concurso público da UFSM, ingressando como programador de computador² no mesmo hospital em que iria estudar, o HUSM. Sempre fui pragmático e sempre considerei mais importante fazer do que escrever, o que se manifestou logo na minha primeira incursão na pesquisa, como bolsista de iniciação científica na área de radiologia digital. Pareceu-me muito mais importante implantar um novo setor no HUSM, o Serviço de Processamento de Imagens Médicas – SPIM³, do que escrever o relatório de estágio, que foi entregue esbaforido, segundos antes do prazo final. Desiludido com a medicina hospitalocêntrica e médico-centrada, estava decidido a seguir uma confortável e lucrativa carreira na informática médica, até que, no último mês, do último semestre de curso, fiz um estágio num posto de saúde do Grupo Hospitalar Conceição, em Porto Alegre e tomei contato com a então chamada Medicina Geral Comunitária. Da paixão súbita, mas perene, resultou a residência em Medicina de Família e

² Atualmente o cargo é denominado técnico em tecnologia da informação.

³ Fomos o primeiro hospital público do país a adquirir uma digitalizadora radiológica e realizamos a primeira radiografia digital do sul do país.

Comunidade no Centro de Saúde Escola Murialdo e, na sequência, a especialização em saúde pública no Curso de Sanitaristas da Escola de Saúde Pública.

Como de praxe, as ações pareciam mais urgentes do que as palavras. No lugar de concluir a especialização em um ano, parei no caminho para participar do projeto e da implantação do Programa de Saúde da Família de Santa Maria e orquestrar a tentativa de implantação de uma Residência Integrada em Saúde no interior do estado. No final, sobraram apenas 44 dias para escrever as 150 páginas da monografia e sistematizar as 100 páginas de anexos, mas registrei tudo e a produção serviu de base para um novo grupo de trabalho que conseguiu implantar a residência no HUSM, quatro anos mais tarde.

O mestrado é realmente um ritual de passagem. O tempo efetivamente investido neste mestrado foi de aproximadamente oito meses, incluindo um semestre para todos os créditos⁴ (quatro meses, portanto), dois meses para coleta de dados e familiarização com as ferramentas de geoprocessamento e mais dois meses para escrever esta dissertação. Porém, da matrícula até a defesa perante a banca, passaram-se três longos anos.

Como diz meu orientador: o que um mestrando menos faz é o mestrado. Nesse meio tempo (sem nunca usufruir de redução de horário ou afastamentos a que tinha direito), implantei e consolidei o NVEH do HUSM⁵, que rendeu os dados para esta dissertação. Ao mesmo tempo, numa segunda jornada de trabalho, fiz minha primeira incursão no serviço privado, assumindo como médico de pronto atendimento, na unidade de Santa Maria da Caixa de Assistência dos Funcionários do Banco do Brasil – CASSI, uma empresa de autogestão em saúde⁶.

Novamente, seduzido pela ação, mesmo no pronto atendimento e sendo o único profissional de saúde da equipe, utilizei o modelo de saúde da família, fazendo com que a população local da CASSI, que utilizava apenas 60% da capacidade instalada da unidade, passasse a fazer uso de até 170% dessa. A vinculação da comunidade facilitou a migração da unidade para o modelo de saúde da família, com

⁴ Vinte e três, dos 24 créditos do mestrado, foram cumpridos efetivamente no primeiro semestre de 2007.

⁵ A implantação do NVEH do HUSM, em março de 2007, gerou um incremento no número geral de notificações da unidade (243 em 2006, 400 em 2007 e 499 em 2008). Em 2008 o HUSM superou a Secretaria Municipal de saúde em quantidade de notificações, assumindo a posição de principal unidade notificadora de Santa Maria com mais de 45% das notificações do município.

⁶ Sendo fã ardoroso do Sistema Único de Saúde - SUS seria ideologicamente impossível trabalhar em operadoras do tipo UNIMED. Os planos de saúde de bancários, por serem empresas de autogestão que teoricamente não visam o lucro são mais próximos do sistema público de saúde.

aumento da equipe e minha passagem a médico de família. O que durou pouco, pois em dois meses de trabalho surgiu uma nova oportunidade na empresa e, após um excruciante processo seletivo, passei para o cargo de gerente de divisão de saúde da CASSI, com abrangência estadual, radicando-me em Porto Alegre. Foi uma experiência de seis meses que de tão rica valeu por 12, trespassada pelo enfrentamento da pandemia de gripe, pela implantação de quatro novas unidades CASSI no interior do estado e vários outros acontecimentos inusitados como o atendimento clínico a uma onda de assalto a bancos e uma auditoria interna na unidade de Porto Alegre, além de um bem-vindo congresso nacional de Saúde da Família, promovido pela empresa.

Na minha saída do NVEH, em junho de 2009, para assumir o cargo de gerente em Porto Alegre, deixei o serviço em condições políticas e financeiras para ser elevado à Coordenação de Vigilância em Saúde – COVISA, congregando todos os núcleos de vigilância do HUSM⁷, o que, infelizmente, não foi levado a termo.

Mas como dizia acima, o mestrado é um ritual de passagem. Após estes três anos (e todas as experiências contidas neles), finalmente, senti-me com maturidade suficiente para sentar e escrever uma dissertação no dito modelo científico. Confesso que não foi fácil, por vezes não me senti a altura, por vezes revoltei-me, pois o fazer continuava a parecer mais urgente (a experiência em gestão estava por demais profícua).

Então veio o momento da decisão: abandonar o mestrado por uma promissora carreira como gestor no serviço privado ou o extremo oposto: parar com todas as atividades profissionais, sentar e escrever.

Nunca me arrependi de preterir o ganho e o conforto financeiro em prol do estudo e da realização profissional. Foi assim, quando fechei minha empresa para ganhar três vezes menos como funcionário público, enquanto cursava medicina e quando deixei a lucrativa informática médica pela saúde pública. Não poderia ser diferente agora. De certa forma, sou previsível em minha inconstância.

A certeza e até um certo conforto de que não sou o único veio numa casual releitura de um trecho da dissertação de um grande amigo, professor, orientador e parceiro de projetos, Nilson Maestri Carvalho (2003):

⁷ A saber: NVEH, Comissão de Controle de Infecção Hospitalar - CCIH, Observatório de Violência, Comissão de Saúde e Segurança do Trabalhador, Gerência de Risco e Comissão de Gestão Ambiental.

Minha trajetória, portanto, é repleta de aparentes rupturas. Embora simulem uma sequência descontínua, minhas escolhas guardam uma coerência que abomina a compartimentalização dos saberes e o comodismo das certezas absolutas. Sou grato à vida por ser assim. Embora, às vezes, esta disposição de espírito provoque situações difíceis e sofrimentos desnecessários.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

Descrever e avaliar os casos de leptospirose, notificados no banco de dados do Sistema Nacional de Agravos de Notificação da 4ª Coordenadoria Regional de Saúde – 4ªCRS do estado do Rio Grande do Sul, no período de 1999 a 2006, realizando a espacialização regional das ocorrências e buscando correlações destas com variáveis socioeconômicas e ambientais em escala regional para os casos rurais da 4ªCRS e em escala local para os casos urbanos do município polo de Santa Maria.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a completude e descrever as variáveis de interesse dos casos notificados no período;
- Realizar o mapeamento temático da distribuição e da incidência regional da leptospirose, estratificando os casos rurais e urbanos;
- Correlacionar as ocorrências regionais rurais da patologia com variáveis demográficas (densidade demográfica), antrópicas (produção agrícola e pecuária) e geográficas (altitude), produzindo o mapeamento temático pertinente;
- Espacializar os casos urbanos de Santa Maria em três unidades de agregação: setor censitário, bairro e região administrativa, correlacionando-os com variáveis socioeconômicas (Censo 2000) e geográficas (unidade relativa do ar, temperatura, pluviosidade e cotas de bacias hidrográficas).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Leptospirose – aspectos gerais

A leptospirose é uma zoonose de notificação compulsória no Brasil, causada por espiroquetas do gênero *leptospira*. Caracteriza-se por ser uma doença infecciosa sistêmica aguda, febril, que acomete humanos e animais (fundamentalmente uma vasculite, daí o potencial hemorrágico). Apesar de ter certa prevalência na América, sua ocorrência tem sido evidenciada em mais da metade dos países do globo (LEVETT, 2001).

Observou-se aumento da notificação nos últimos anos em várias regiões do mundo: Nicarágua, Índia, Sudeste da Ásia, Estados Unidos, Malásia e Brasil. Neste último, a leptospirose é considerada uma doença endêmica e constitui sério risco à saúde pública (LEVETT, 2001; PAULA, 2005).

De ocorrência no meio urbano de países industrializados e países em desenvolvimento bem como em regiões rurais e silvestres, a leptospirose, nas últimas décadas, tem emergido como uma doença infecciosa globalmente importante. A mortalidade permanece significativa, tanto por questões relacionadas com o atraso no diagnóstico, em virtude da falta de infraestrutura e adequada suspeição clínica, como por razões ainda pouco entendidas, que podem incluir patogenicidade inerente de algumas cepas de leptospiros ou geneticamente determinada pela resposta imunopatológica do hospedeiro (BHARTI et al, 2003).

Enquanto a endemia é mantida por fatores socioculturais que impactam no aumento da população de roedores (crescimento urbano desordenado, bolsões de

miséria, acúmulo irregular de lixo), os surtos epidêmicos sazonais em regiões tropicais e subtropicais ocorrem em função de elevações no índice pluviométrico, na umidade relativa do ar e na temperatura (PAULA, 2005; WHO, 2003).

A leptospira é um microrganismo móvel, que mede cerca de 6 a 20 µm de largura e 0,1 a 0,2 µm de diâmetro. É aeróbio obrigatório e se nutre com cadeias de ácidos graxos (SAMBASIVA e NAVEEN, 2003).

Até 1989, o gênero *Leptospira* era dividido em duas espécies, *L. interrogans* e *L. biflexa*, as quais reúnem, respectivamente, as estirpes patogênicas e aquelas saprófitas de vida livre, encontradas usualmente em água doce de superfície. Mais de 60 sorovares foram registrados na *L. biflexa*, enquanto mais de 200 foram reconhecidos na *L. interrogans* (LEVETT, 2001).

A classificação fenotípica das leptospiros tem sido substituída pela genotípica, que inclui todos os sorovares de *L. biflexa* e *L. interrogans*. Novos estudos de hibridização de DNA conduziram a definição de 16 espécies (genoespécies) de *Leptospira*, caracterizando o gênero monoespecífico *leptonema*. Embora a reclassificação genotípica forneça um bom fundamento para uma nova classificação, até que seja desenvolvido um método simples de identificação, baseado em DNA, será necessário que os laboratórios clínicos utilizem a classificação sorológica das leptospiros patogênicas. (LEVETT, 2001).

No Brasil, a espécie responsável pela maior parte das infecções é a *L. interrogans* e os sorovares que causam maior número de casos de leptospirose são: *L. icterohaemorrhagiae*, *L. canicola*, *L. pomona* e *L. autumnalis* (SILVA, 2003; HÜNTER et al, 2002).

O homem é um hospedeiro acidental da leptospira. Vários animais domésticos e silvestres são os reservatórios da doença e eliminam bactérias vivas no ambiente por meio da urina. A transmissão se dá pelo contato de mucosas, conjuntivas ou pele lesada com solo úmido (lodo) ou água, contaminados por urina, sangue ou carcaças, podendo ocorrer contágio por meio da pele íntegra submetida a um período prolongado de imersão como no caso de enchentes, portanto é uma patologia de veiculação hídrica (LEVETT, 2001; BRASIL, 2005; PALANIAPPAN et al, 2007). A água é a principal forma de exposição ao agente, mas leptospirose também pode ser transmitida diretamente pelo contato com a urina do animal infectado, além de poder sobreviver no ambiente, fora de hospedeiros, por até 180 dias (KO et al, 1999; HÜNTER et al, 2002; BRASIL, 2005).

Embora o rato seja considerado o principal responsável pela transmissão da doença, segundo Avila-Pires (2006):

Os diversos sorovares de *Leptospira sp* têm como reservatórios, em sua ampla área de ocorrência, mamíferos domésticos e silvestres, insetívoros, suídeos, bovídeos, cervídeos, equídeos, canídeos, felídeos, além de murídeos.

Por seu hábito domiciliar, o cão tem sido cada vez mais implicado como elemento de transmissão ao homem, sendo, depois dos roedores, considerado como a segunda principal fonte de infecção para o homem. Os animais reservatórios podem permanecer infectados, excretando o patógeno em sua urina por meses ou por toda a vida, mas a transmissão inter-humana é muito rara (BROD et al, 2005; BHARTI et al, 2003).

As manifestações clínicas ocorrem de 7 a 12 dias após a exposição (o período de latência pode variar de 2 a 20 dias), manifestando-se de duas formas: anictérica e ictérica, sendo que a maioria dos casos é assintomática. Os sintomas mais comuns, à exceção da icterícia, são inespecíficos: febre, cefaléia, mialgias, anorexia, náuseas e vômitos. Nas formas mais graves e raras (Doença de Weil) pode ocorrer pancreatite, comprometimento renal, respiratório e cardíaco, além de hemorragia com êxito letal em até três semanas (BRASIL, 2005; VAISHNAVI, 2009).

Em sua forma anictérica a doença pode ser confundida com várias outras patologias infecciosas que se apresentam na forma de febre indiferenciada, como gripe, dengue, malária, soroconversão de vírus da imunodeficiência humana (HIV), febre tifóide, riquetsioses e toxoplasmose com comprometimento muscular. Na forma ictérica, é importante a diferenciação com a forma ictérica da febre tifóide, a malária por *Plasmodium falciparum*, a febre amarela no período toxêmico, hepatites viróticas graves, colecistite, colangite, pancreatite e outras doenças em que a febre, a icterícia, os fenômenos hemorrágicos e a insuficiência renal podem ser encontrados (BRASIL, 2005; BHARTI et al, 2003).

O diagnóstico é essencialmente epidemiológico e clínico, confirmado por testes sorológicos específicos. Testes laboratoriais de rotina como hemograma, transaminases e bilirrubinas, entre outros, apenas sugerem o diagnóstico. A visualização direta do agente em microscopia de campo escuro no sangue ou urina é sujeita a muitos resultados falsos positivos e não é recomendada.

A soroaglutinação macroscópica, por ser mais barata e rápida, pode ser utilizada como triagem, mas resultados positivos necessitam de confirmação pelo teste de soroaglutinação microscópica (MAT, na sigla em inglês), considerado o método de referência-padrão para o diagnóstico de leptospirose, pois, além de detectar anticorpos específicos, é usado na identificação e classificação dos sorovares isolados e deve ser realizada em laboratórios especializados ou de referência. O critério de positividade é um aumento de quatro vezes no título de anticorpos ou soroconversão de negativo para um título $\geq 1:100$.

As aglutininas surgem na primeira ou segunda semana após o início dos sintomas e são recomendáveis pelo menos duas amostras de sangue, com intervalo de duas semanas, para se detectar variações nos títulos de anticorpos, pois soroconversões tardias são comuns e alguns pacientes apresentam títulos altos de longa duração, não permitindo diferenciar doença aguda de infecção passada.

Outros testes sorológicos podem ser utilizados, como fixação de complemento, imunofluorescência e teste ELISA-IgM⁸, além de testes culturais (de baixa sensibilidade) e moleculares (caros) (SAMBASIVA e NAVEEN, 2003).

Em razão da demora nos resultados, o tratamento é iniciado quando os achados clínicos e a história de exposição epidemiológica sugerirem leptospirose. Doxiciclina, ampicilina e amoxicilina são usadas nas formas leves e penicilina G, ampicilina e ceftriaxona para a forma grave. Neste último caso, é necessária a internação com medidas de suporte para detectar e tratar precocemente e de forma agressiva a desidratação, a hipotensão, a hemorragia e a insuficiência renal (GUIDUGLI, 2000).

A profilaxia com doxiciclina, apesar de não prevenir completamente a infecção, tem importante fator protetor e pode ser utilizada em grupos de pessoas com exposições de curto prazo em áreas de risco. A imunização não está disponível para aplicação em humanos, mas está disponível e é recomendada para animais domésticos, embora existam relatos de humanos contaminados por cães imunizados (GUIDUGLI, 2000).

Conforme WHO (2003) e Brasil (2005), a prevenção é realizada com:

- Controle da população de roedores;

⁸ Implantado a partir de 2003 em todos os laboratórios centrais das unidades federadas, é um teste imunoenzimático sensível e específico, que permite a detecção de anticorpos a partir da primeira semana da doença até um ou dois meses após. O resultado “reagente” confirma o caso e o resultado “não-reagente” descarta o caso (BRASIL, 2005).

- redução de riscos de exposição às águas de enchentes;
- uso de equipamentos de proteção individual pelos trabalhadores, que apresentam risco de contaminação;
- uso de hipoclorito de sódio para desinfecção de áreas contaminadas;
- distribuição de água potável;
- vigilância sanitária dos alimentos;
- destino adequado do lixo;
- desassoreamento, limpeza e canalização de córregos e
- vacinação de animais tais como cães e criações para comércio.

2.2 Leptospirose – aspectos históricos

Sempre demonstrando sua ubiquidade, a leptospirose é citada nos comentários de Hipócrates e Galeno, além de outras passagens na literatura de vários países pelo mundo, associando febre e relatos de icterícia com agricultura, pecuária, inundações e “animais flutuantes” na China, na Índia e na Europa. Fatos semelhantes também foram encontrados nos dados médicos das campanhas napoleônicas e em relatos de viajantes pelas Américas. (THE LEPTOSPIROSIS INFORMATION CENTER - TLIC, 2010).

Nas várias denominações, utilizadas ao longo do tempo, encontram-se alusões demográficas e epidemiológicas, associações climáticas e ocupacionais, além de referências clínicas: febre dos pântanos, febre outonal, febre hasani, febre dos sete dias, febre dos arrozais, febre dos nadadores, febre pré-tibial de Fort-Bragg, febre de Andaman, Akiyami ou tifo canino (LEVETT, 2001).

As primeiras descrições contemporâneas da patologia foram realizadas por Larrey em 1880 (Egito), por Landouzy em 1883 (França) e por Weil em 1886 (Alemanha). Este fez a primeira descrição detalhada de uma febre icterica, acompanhada de hepato-esplenomegalia e envolvimento renal, com a observação de quatro casos clínicos, levando Goldsmith, em 1887, a cunhar o termo doença de Weil (VAISHNAVI, 2009). O agente etiológico foi inicialmente nomeado como *Spirochaeta interrogans* por Stimpson, em 1907, ao avaliar cortes histológicos de um

paciente que se acreditava ter morrido por febre amarela. A designação *Spirochaeta icterohaemorrhagiae* surgiu em 1914, quando Inada e colaboradores, no Japão, identificaram o potencial contagioso do agente, inoculando-o em cobaias a partir do soro de pacientes com doença de Weil.

O termo leptospira, lembrando espiral fina⁹, foi proposto por Noguchi em 1918, quando a morfologia do organismo serviu como uma das justificativas para a criação de um novo gênero (VAISHNAVI, 2009; LEVETT, 2001).

Os relatos da importância do fator ocupacional na epidemiologia da leptospirose datam da antiguidade, mas o papel do rato na cadeia de transmissão só foi descrito no Japão, por Ido, em 1917 (IDO, 1917). Da mesma época são os relatos da transmissão canina, mas a distinção entre os sorotipos *icterohaemorrhagiae* e *canicola* levou vários anos, seguida, mais tarde, pelos estudos em bovinos e outros vetores (LEVETT, 2001).

No Brasil, desde a pré-história, 43 espécies de parasitas foram introduzidas em associação com as migrações humanas e animais e com a introdução e o comércio de animais pelo homem. Nesse sentido, a leptospirose provavelmente chegou ao país com a introdução de ratos europeus, associada às atividades humanas no período colonial e aqui encontrou condições ambientais que permitiram a sua permanência e difusão (CHAME et al, 2006). Os primeiros relatos datam de 1917, no Paraná e no Rio de Janeiro. Na década 30, a patologia foi identificada em São Paulo e, nos anos 60, foram relatados surtos nas grandes cidades brasileiras (BROD et al, 2005; MAGALDI, 1963 *apud* BARATA, 2000).

Com as grandes inundações, ocorridas em 1998 e 1999, em São Paulo e outras partes do país (Rio Grande do Norte, Rio de Janeiro, Acre, Alagoas e Pernambuco) e a elevação do número de casos e óbitos, a leptospirose passou a constar na lista de agravos de notificação compulsória do SINAN – Sistema Nacional de Agravos de Notificação¹⁰, por meio da Portaria no 1.461/GM/MS de 22 de dezembro de 1999 (ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE - OPAS, 2002).

⁹ Do grego *leptós* = fino e do latim *spira* = espiral. Já leptospirose vem do grego *pýrosis* = que queima.

¹⁰ Apesar da compulsoriedade de notificação de agravos transmissíveis remontar a década de 70 (Lei nº 6.259/1975 e Decreto nº 78.231/1976), só na última década do século XX, com o avanço dos recursos computacionais, ocorreu o desenho e a implementação do SINAN (entre 1991 e 1993). Inicialmente de forma irregular entre as unidades da federação, passando a ter obrigatoriedade de alimentação regular por todos os municípios a partir de 1998. A primeira versão em plataforma DOS[®] vigorou até o ano de 2006, sendo substituída pela versão Net, para Windows[®], a partir de 2007. A princípio sob a responsabilidade do Centro Nacional de Epidemiologia - CENEPI, após a extinção

2.3 Leptospirose – epidemiologia

Presume-se que a leptospirose seja a zoonose mais difundida no mundo, incidindo em muitos países de todos os cinco continentes habitados. Ocorre em zonas tropicais e temperadas, mas a incidência é significativamente maior nas primeiras do que nas últimas, já que as leptospirosas são viáveis por mais tempo em climas quentes e úmidos (LEVETT, 2001; SAMBASIVA e NAVEEN, 2003).

Países tropicais, em geral, também são países em desenvolvimento, o que gera condições sociais propícias à interação entre humanos e animais hospedeiros principalmente em áreas rurais e bolsões de pobreza urbanos. Somado a isso, os altos índices pluviométricos em conjunto com a urbanização desordenada geram um ótimo caldo de cultura onde se misturam pessoas, hospedeiros, urina e lama. (LEVETT, 2001, PAULA, 2005).

Questões ocupacionais e recreacionais também são relevantes na cadeia de transmissão. Segundo Levett (2001) e Sambasiva e Naveen (2003), profissões que requerem contato direto com hospedeiros ou com locais contaminados por urina, sangue ou carcaças de hospedeiros constituem importantes fatores de risco para humanos. Podem-se citar agricultores (principalmente de culturas irrigadas, como arroz), pecuaristas (principalmente de gado leiteiro), veterinários, açougueiros, inspetores sanitário, agentes de controle de roedores, soldados, mineiros, funcionários da companhia de saneamento e esgotos, cortadores de cana entre outros. O mesmo é válido para atividades de lazer ou esporte como exploração de cavernas, canoagem, *rafting* e demais esportes de água doce.

Faine (1982 *apud* LEVETT, 2001) descreve três padrões epidemiológicos para a leptospirose. O primeiro ocorre em climas temperados, onde poucos sorovares estão envolvidos e a infecção humana ocorre por contato direto com animais infectados, como bovinos, ovinos e suínos, sendo que medidas de controle para humanos e animais são potencialmente possíveis. O segundo ocorre em regiões tropicais, com um largo número de sorovares e reservatórios, incluindo

desse, em 2003, o SINAN passou a ser vinculado à Secretaria de Vigilância em Saúde - SVS/MS, que passou a gerir, além do SINAN, o SIM e o SINASC. O sistema é alimentado pela notificação e investigação de casos de doenças e agravos que constam da lista nacional de doenças de notificação compulsória, conforme Portaria MS/SVS nº 05, de 21/2/2006, sendo facultado aos estados e municípios incluir outras questões de saúde pública que considerem importantes para a sua região.

roedores, cães e animais confinados e silvestres. Controle de roedores, drenagem de áreas alagadas e higiene ocupacional são necessários para prevenir a doença. Nessas regiões, a ocorrência de surtos após enchentes, furacões e outros desastres naturais é aumentada. O terceiro padrão está ligado à transmissão sustentada por roedores em ambientes urbanos, mais comum em países em desenvolvimento, mas não rara em países desenvolvidos, associa fatores ambientais climáticos e sociais.

Ainda dentro das questões climáticas e ambientais, Sá et al (2006) indicam como significativas as variáveis pluviosidade total, número de dias com mais de 5 mm de chuva e umidade, dentro da prerrogativa de que, além da temperatura, a umidade é necessária para a viabilidade das leptospiras. Ademais, no que diz respeito à leptospirose urbana, mesmo que não ocorram enchentes, um volume de chuvas que provoque o alagamento dos esgotos leva roedores a um nível de interação maior com humanos.

Avila-Pires (2006) lança um interessante questionamento sobre a letalidade da leptospirose em períodos de chuva (principalmente com enchentes) e seca. Esse autor refere que em um estudo de Florianópolis, Kupek e Faversoni (2000 *apud* AVILA-PIRES, 2006) demonstram que ocorreram mais óbitos em períodos de estiagem, apoiados pela constatação de Levett (2000) sobre o aumento da letalidade da leptospirose, durante um surto de dengue em Barbados, onde os pacientes, em decorrência das orientações recebidas sobre a dengue e da semelhança dos sintomas, esperavam tempo demais até procurar atendimento, gerando casos fatais de leptospirose¹¹. A hipótese levantada é de que, em períodos de chuvas e de enchentes, tanto clínicos quanto pacientes são direcionados a pensar precocemente no diagnóstico de leptospirose, apesar da sintomatologia inespecífica, o mesmo não ocorrendo em períodos de estiagem. Isso levaria a, em períodos de seca, diagnósticos tardios e aumento da letalidade nos casos graves.

¹¹ Flannery et al (2001) e Ko et al (1999) fizeram a mesma constatação em surtos simultâneos de leptospirose e dengue em Salvador, demonstrando aumento de letalidade e necessidade de internação em Unidade de Terapia Intensiva para pacientes com leptospirose, inicialmente diagnosticados como dengue, pelos mesmos motivos citados por Levett (2000).

2.3.1 Leptospirose no Mundo

Até o final dos anos 90, países como EUA, Cuba, Brasil, França e Índia tinham apenas trabalhos isolados a respeito da leptospirose, o que levou a Sociedade Internacional de Leptospirose a manifestar sua preocupação a cerca do negligenciamento e subnotificação da patologia em países tropicais (KARANDE et al, 2003). Na Índia, a ocorrência de surtos de leptospirose é relacionada ao período das monções. Dados de 1997 apontam para um aumento da incidência da leptospirose no país, provavelmente, em função de suas características geográficas, da irrigação do solo para agricultura e da presença de roedores. Apesar dos relatos e frequente ocorrência de casos, a verdadeira incidência e prevalência da doença na Índia não são conhecidas (KURIAKOSE et al., 2008; KARANDE et al., 2003).

Portugal possui uma das maiores incidências da doença no oeste europeu: 1,7 casos para cada 100.000 habitantes (contra 0,4 na França), com predominância masculina (67% dos casos) como demonstra um estudo de 18 anos (1986 a 2003). Nas ilhas portuguesas de clima subtropical, a incidência salta para 11,1, assemelhando-se a países tropicais como o Tahiti (11,3). Quanto à faixa etária, ocorreram mais casos em adultos de 25-54 anos (65%). As mulheres mais velhas (> 65 anos) apresentaram o mesmo risco para infecção tanto no continente, quanto nas ilhas, refletindo um padrão de mudança social nos últimos anos, em que mulheres aposentadas são mais propensas a realizar trabalhos manuais em ambientes de maior risco (VIEIRA et al, 2006).

Um estudo italiano, entre 1994 e 1996, registrou 222 casos de leptospirose humana. Assim como nos anos anteriores, a maioria dos casos ocorreu na região nordeste do país (83,8%) e em pessoas do sexo masculino (88,9%). Os casos ocorreram em todas as faixas etárias, mas principalmente em pessoas em idade ativa (15- 64 anos), com 19 mortes (taxa de mortalidade de 22,6%). Do total de casos, 95,1% viviam em áreas rurais ou desenvolviam atividades laborais ou recreacionais de risco. Quarenta e cinco pacientes (81,85%) adquiriram leptospirose com o contato com água ou solo contaminado e 10 pacientes pelo contato com urina de animais infectados. Ratos foram relacionados à infecção em 50% dos casos. Outro estudo italiano de 1987 mostrou uma prevalência rural de 11.34%, contra 3.08% em áreas urbanas. (CICERONI et al., 2000, SAMBASIVA e NAVEEN, 2003).

A agricultura mais intensiva em algumas partes da Bulgária, acompanhada de extensiva irrigação, tem sido associada com um substancial acréscimo no número de casos de leptospirose humana desde 1990. Stoilova e Popivanova (1999) encontraram 38,95% de história de contato com áreas de irrigação em 95 pacientes com evidência sorológica para leptospirose.

Morgan et al (2002) investigaram um surto de leptospirose entre os atletas e moradores de Springfield, Illinois, depois de um triatlo na cidade em 1998. Dos 876 triatletas contatados, 98 (12%) relataram que estavam doentes. Das amostras de soro obtidas de 474 atletas, 52 (11%) foram positivas para leptospirose. Quatorze (6%) dos 248 moradores da comunidade que estavam sintomáticos também tiveram resultado positivo. Suspeita-se que as fortes chuvas que precederam a competição aumentaram a contaminação do lago de Springfield. Entre os atletas, a ingestão de uma ou mais deglutições de água do lago foi fator de risco predominante para a doença. Esse foi considerado o maior surto de leptospirose relatado nos Estados Unidos.

No Hawaí, por meio do levantamento de 353 casos de leptospirose, no período de 1974 a 1998, foi encontrada uma incidência de 5,9 casos por 10^5 habitantes. A média de idade foi de 33 anos, com predominância masculina (92%). Quarenta e um por cento (137 casos) estavam ligados a atividades de agricultura, pecuária, aquicultura, matadouro ou veterinária. Quarenta e três por cento (143 casos) foram expostos por meio de atividades recreativas, incluindo piscina, caminhadas, acampamentos e caça (KATZ et al, 2001).

Num estudo em Yucatán, México, entrevistas e análises sorológicas foram realizadas em 400 pessoas de uma população aberta, 439 casos suspeitos de leptospirose e 1.060 animais reservatórios (vacas, porcos, cachorros, ratos e gambás). A incidência de leptospirose em humanos foi 2.2 por 10^5 habitantes em 1998, 0.7 por 10^5 habitantes em 1999 e 0.9 por 10^5 habitantes em 2000. A soroprevalência geral foi de 14,2%, relativamente a mesma observada há 20 anos. Maior soropositividade foi encontrada em pessoas com mais de 56 anos de idade, com predomínio do sexo masculino sobre o feminino. Os principais sorovares na população em aberto foram *tarassovi*, *hardjo*, *pomona* e *panamá*. Casos de leptospirose foram mais frequentes em áreas rurais e a forma anictérica predominou sobre a ictérica. Os sorotipos *panamá*, *icterohaemorrhagiae* e *pomona* predominaram em ambos os cursos, anictérico e ictérico. Cães, porcos e roedores

tiveram a maior soropositividade entre os reservatórios. O contato com roedores e fontes naturais de água foram fatores significativos, sendo que os casos humanos (74%) ocorreram durante a estação chuvosa (VADO-SOLÍS et al, 2002).

Cuba é o único país da América Latina, além do Brasil, onde existe um sistema nacional de vigilância epidemiológica para leptospirose com centros de zoonoses em âmbito municipal. No período entre 1992 e 1996, foram identificados 9.015 casos de leptospirose humana, com 274 óbitos, identificando-se os sorovares *pomona*, *canicola*, *icterohaemorrhagiae*, *ballum*, *bataviae* e *biflexa* como os mais presentes no país. O sexo masculino e as faixas etárias entre 15 e 54 anos foram os mais afetados. (ALONSO et al, 2000).

2.3.2 Leptospirose no Brasil

De 1999 a 2006, o SINAN registrou 26.290 casos de leptospirose no Brasil, com uma média de 3.286 casos por ano e uma incidência média de 1,86 casos por 10⁵ habitantes. Há uma divergência de dados, quanto à mortalidade entre o SINAN e o Sistema de Informação de Mortalidade – SIM, com registros, respectivamente, de 2.987 e de 2.515 óbitos por leptospirose no período. A letalidade acumulada, considerando SINAN e SIM foi de, respectivamente, 10,18 e 9,57 (DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SUS - DATASUS, 2007) ¹².

Ainda segundo o DATASUS (2007), no que diz respeito às internações no período de 1999 a 2006, considerando os casos de leptospirose icterohemorrágica, outras formas de leptospirose e leptospirose não especificada ocorreram mais internações na região Sul (8.787), seguida pela Sudeste (7.024), Nordeste (6.531), Norte (2.592) e Centro-Oeste (308).

Um estudo retrospectivo de 9.335 casos de leptospirose humana no Estado de São Paulo, Brasil, diagnosticados entre 1969 e 1997, mostrou que a doença é endêmica no estado. Adultos na faixa de 20-39 anos foram mais atingidos (32,40%).

¹² O DATASUS é o órgão governamental responsável pelo registro, compilação e difusão dos dados em saúde do SUS, auxiliado pela Rede Interagencial de Informação para a Saúde – RIPSAs, que é um processo de articulação interinstitucional para identificar fontes de informação, padronizar e construir indicadores e difundir, de forma organizada, dados básicos, indicadores e análises das condições de saúde (BRASIL, 2009).

A incidência média anual foi de 0,53 por 100.000 habitantes, com maior frequência no sexo masculino (87,0%). Os casos ocorreram principalmente de janeiro a abril de cada ano. O pico foi observado em 1991 e 1996, com média pluviométrica de 159,9 mm e 160,3 mm respectivamente (ROMERO et al, 2003).

Em Salvador, Bahia, Silva et al (2003), em estudo envolvendo 1.458 escolares de seis a 12 anos de idade, para estimar a frequência da leptospirose e os fatores de risco em crianças contactantes-domiciliares de pacientes internados (casos-índices), demonstraram que a probabilidade do contactante-domiciliar contrair a infecção foi maior quando o irmão era o caso-índice, em virtude do seu grau de parentesco com o caso-índice. Isso se deveu, possivelmente, por terem fonte de infecção comum e hábitos e/ou costumes mais semelhantes do que os observados em outros tipos de parentesco. A falta da coleta de lixo também foi uma variável significativa implicada na cadeia de transmissão.

Segundo o Relatório de Situação do Sistema Nacional de Vigilância em Saúde, no Paraná, no período de 2001 a 2006, foram confirmados 1.515 casos com 188 óbitos (letalidade de 12,4%). O coeficiente de incidência anual médio foi de 2,52/100 mil hab. (média nacional: 1,86/ 100 mil habitantes). Em Santa Catarina, no mesmo período, foram confirmados 1.863 casos com 108 óbitos (letalidade de 5,8%). O coeficiente de incidência anual médio foi de 5,46/ 100 mil habitantes (BRASIL, 2007; BRASIL, 2007b).

2.3.3 Leptospirose no Rio Grande do Sul

Entre 1999 e 2006, o SINAN registrou 4.278 casos de leptospirose no estado do Rio Grande do Sul com uma média de 535 casos por ano e uma incidência média de 5,17 casos por 10⁵ habitantes no período. Há uma divergência de dados, quanto à mortalidade, entre o SINAN e o Sistema de Informação de Mortalidade – SIM, que registram, respectivamente, 202 e 236 óbitos por leptospirose. A letalidade acumulada no período considerando SINAN e SIM foi de respectivamente 4,72 e 5,52. (DATASUS, 2007).

ALMEIDA et al (1994) realizaram um levantamento soro-epidemiológico de leptospirose em trabalhadores do serviço de saneamento ambiental de Pelotas, por meio da pesquisa de aglutininas antileptospira por MAT em soros de trabalhadores dos serviços de águas, bueiros e galerias, esgotos, coleta de lixo e limpeza pública, encontrando 10,4% de reagentes para a um ou mais sorovares. Não houve diferenças significantes entre as proporções de reagentes de cada um dos setores de trabalho. Foram identificados 12 sorovares diferentes, sendo *castelonis* e *australis* os mais frequentes, apesar de que não apresentaram diferenças estatisticamente significantes com os demais.

Recuero et al (2008) realizaram uma investigação epidemiológica retrospectiva de 63 casos humanos suspeitos de leptospirose no município de Santa Vitória do Palmar, no ano de 2007. Por meio de confirmação sorológica por ELISA, encontraram uma incidência de 36,51% (23/63) no grupo. Os casos foram associados à profissão de aguadores de lavoura de arroz, ao não uso de equipamento de proteção individual e à presença de uma população considerável de *Myocastor coypus* (rato do banhado).

Em estudo de 2003, Barcellos et al referiram que o Estado apresentou uma alta incidência de leptospirose em 2001, com cerca de 10 casos por 100 mil habitantes, superior à média do país naquele ano (3,5 casos por 100 mil habitantes). A maior parte dos casos (86%) correspondia a pessoas do sexo masculino e a residentes da zona rural (69%). O local provável de infecção, indicado pela investigação epidemiológica de casos, aponta tanto o ambiente de trabalho quanto o domicílio como principais formas de contato com o agente. Além da grande ocorrência de casos nas áreas rurais, outro fato que diferencia o Estado é a fraca sazonalidade dos casos. Segundo os autores:

Em diversos centros urbanos brasileiros, a leptospirose apresenta baixa endemicidade e eventuais surtos posteriores a enchentes, quando o sorovar *L. icterohemorrhagiae* é dominante (Ko et al., 1999). Nas grandes áreas agrícolas, o ciclo de transmissão tem possivelmente outros sorovares envolvidos. Além disso, nessas áreas predominam outros animais como reservatório da leptospira. (...) O controle das populações de roedores como o rato-do-banhado em ambientes agrícolas é dificultado pela sua alta reprodutibilidade, que pode recolonizar áreas, retomando rapidamente as densidades originais. Logo, o controle da leptospirose no Rio Grande do Sul envolve a redução de fontes de alimento para esses roedores e a implantação de procedimentos de proteção aos trabalhadores dessas áreas.

2.3.4 Geografia, epidemiologia e saúde

A relação entre saúde, geografia e epidemiologia é antiga, remonta a origem dessas e permeia a trajetória que cada uma percorreu até se firmar como ciência. O principal elo entre as três ciências é o espaço, objeto da geografia, e a mediação desse relacionamento é dada pela maneira como esse objeto foi definido nos diferentes marcos históricos.

Estatísticas demográficas com fins militares e tributários realizadas na China, há mais de 2.000 anos a.C., foram relatadas por Confúcio e pesquisas arqueológicas tiveram achados semelhantes referentes ao antigo Egito (MEMÓRIA, 2004). Datam de 2.500 a.C., na Babilônia, os mapas mais antigos encontrados e, no século V a.C., Hipócrates estabelecia uma visão ecológica do processo saúde-doença em seu “Dos ares, águas e lugares”, enfatizando, além da importância do estilo de vida dos indivíduos, a sua relação com o ambiente, o clima, o solo e a orientação solar das cidades (COSTA e TEIXEIRA, 1999).

Infelizmente o pensamento hegemônico da época defendia a causa divina das doenças e da cura que era regida pelo deus Esculápio, auxiliado por suas filhas Panacéia que a tudo curava e Higéia, que a tudo prevenia. Desse modo, a aproximação entre saúde e ambiente foi adiada até a época dos descobrimentos no século XVI, quando o mapeamento das doenças nas terras conquistadas foi necessário para a proteção dos colonizadores e das relações comerciais. Nessa época, na geografia, o espaço era concebido de forma determinista, calcada na contemplação de sua natureza física. Da mesma forma, essa visão estendia-se para sua relação com a saúde, onde o clima, principalmente, o clima quente dos trópicos e das fronteiras em expansão, era tido como causa de indolência, adoecimento e proliferação de parasitas. Credita-se a esse determinismo do espaço sobre a saúde humana o surgimento da Medicina Tropical (COSTA e TEIXEIRA, 1999).

A epidemiologia começa a nascer no século XVII, quando um criativo comerciante de tecidos inglês, John Graunt, elaborou estatísticas vitais a partir de uma série histórica de 56 anos de dados coletados junto às paróquias de Londres. Relativamente próximos dali no espaço (França) e no tempo (século XVIII), Pascal e Fernet lançavam o fundamento da teoria das probabilidades, financiados por nobres

franceses interessados em jogos de azar (dados), muito populares nos salões da época (MEMÓRIA, 2004).

É no século XIX, quando se acirram as discussões entre os que defendiam a teoria dos miasmas e aqueles que advogavam pela teoria do contágio, na transmissão das doenças, que tanto a medicina quanto a geografia e a epidemiologia desenvolvem suas bases científicas. Na geografia, os estudos alemães de Humboldt, Ritter e Ratzel concebem, respectivamente, a associação entre fenômenos naturais, o homem como principal elemento do ambiente e a geografia de estado, realizando avanços na sistematização da ciência geográfica, mas mantendo a concepção determinista do espaço (BOUSQUAT e COHN, 2004).

Na saúde, o poder médico é sistematizado e normalizado a partir de eventos que Foucault (1979) nominou como a polícia médica alemã, a medicina das cidades francesas e a medicina da força de trabalho inglesa, que culminaram no surgimento de uma medicina social ou medicina de estado, que hoje encontra paralelo no conceito de saúde pública.

A epidemiologia fundamenta-se em estudos como o do francês Pierre Louis, que demonstraram o aumento de mortalidade em pacientes com quadro grave de pneumonia, submetidos às terapias em voga na época (sangria e purgação) e do húngaro Ignaz Semmelweilz que provou (mas não foi levado a sério por seus colegas) que puérperas, atendidas por estudantes que não lavavam as mãos após as aulas de anatomia, tinham elevados índices de mortalidade. Mas foi com o advento da organização do Registro Geral inglês, por William Farr, que grandes bancos de dados sistematizados e confiáveis passaram a ficar disponíveis para estudiosos como Edwin Chadwick e Louis Villermé, responsáveis pela valorização de fatores socioculturais na gênese de patologias e pela fundamentação de uma epidemiologia social (PEREIRA, 2005).

John Snow, anestesiologista da coroa britânica, além de ser considerado o pai da epidemiologia, também pode ser declarado o pai do geoprocessamento. Em seu minucioso estudo sobre as causas do cólera, Snow trabalhou sobre uma base cartográfica e no lugar de utilizar apenas a distância euclidiana entre as bombas de distribuição de água e as moradias, num estudo de fluxo, calculou a distância em passos que cada morador percorria para se abastecer de água, delimitando a área de influência (unidades de agregação) de cada bomba. Com isso demonstrou que a bomba de Broad Street, que coletava água do Tamisa a jusante de Londres, ou seja,

após os despejos cloacais da cidade, acumulava índices de mortalidade significativamente maiores que os demais pontos de distribuição de água, evidenciando o caráter hídrico de transmissão da patologia várias décadas antes da descoberta do vibrião colérico (KOCH, 2005).

Essas descobertas, juntamente com os estudos de Pasteur e os avanços da microbiologia, derrubam por terra a visão miasmática, mas, infelizmente, também a concepção ecológica do processo saúde-doença, inaugurando a era da unicausalidade e enfraquecendo as relações entre saúde e geografia. A concepção determinista do espaço só é rompida no final do século XIX e início do século XX, quando Vidal de La Blanche, ainda com um cunho positivista, define o espaço como a relação homem-natureza, entendendo o homem como um ente que sofre a influência ao mesmo tempo em que atua sobre o meio¹³ (COSTA e TEIXEIRA, 1999).

Na epidemiologia, a escola de Chicago define a ecologia urbana e, na saúde, o modelo hospitalocêntrico e médico-centrado fundamenta-se por meio do relatório Flexner de 1910, que é divulgado com um forte aporte financeiro da indústria farmacêutica e que sofre o contraponto por meio do relatório Dawson, em 1920, na Inglaterra. Este último advoga por um sistema de saúde centrada na prevenção de doenças e na promoção da saúde, com forte base territorial. No pós-guerra, surge o movimento da geografia pragmática, uma vertente da geografia tradicional que tenta dar conta, sem muito sucesso, das polarizações mundiais. Entre as décadas de 30 e 50, Sorré e Plavovsky, numa reaproximação ecológica, cunham as teorias do complexo patogênico e do foco natural (ou teoria da nidalidade). Essa reaproximação reforça-se na década de 60 ao mesmo tempo em que crescem os adeptos da teoria da multicausalidade (BOUSQUAT e COHN, 2004).

Sorré tem forte participação na Comissão de Geografia Médica de Saúde e Doença da União Geográfica Internacional. Seus estudos diferenciam-se dos demais pesquisadores na importância dada ao fator escala, à necessidade em se estudar o espaço no tempo (séries temporais), sendo um dos primeiros estudiosos a relacionar a concentração geográfica de serviços de saúde com a maior incidência (notificação) de patologias (BOUSQUAT e COHN, 2004).

¹³ Este movimento é denominado de possibilismo dado que estudava as possibilidades de ação humana na natureza.

Os anos 70 são marcados pela eclosão dos movimentos da geografia crítica, da reforma sanitária¹⁴ e pelo fortalecimento da epidemiologia social¹⁵, dando fim ao longo divórcio entre essas três ciências. Entre os anos 80 e 90, ocorre o *boom* da informática que, por sua vez, permite o nascimento e consolidação da geomática. No mesmo período, com a Constituição de 1988, surge o SUS, com sua rede hierarquizada de assistência, auxiliada por vários sistemas de informação em saúde cujos bancos de dados fornecem farto material para o estudo epidemiológico (COSTA e TEIXEIRA, 1999).

Contemporânea à geografia crítica, a geografia humanista complementa o conceito de espaço social, tido pela primeira como *locus* de reprodução das relações sociais, com o conceito de espaço vivido, ou seja, um espaço social dinâmico, capaz de conter subjetividades, dando ao espaço um “espaço” para abrigar um lugar humano (CARVALHO, 2003).

Segundo Carvalho (2003), atualmente, apesar do senso comum e de boa parte da literatura científica reduzir o espaço à condição ratzeliana de território-nação, o debate dialético entre as geografias crítica e humanista permitiu o estudo de uma dupla dimensão material e cultural e a avaliação de redes espaço-temporais complexas tanto contínuas quanto descontínuas. Para esse autor, os Sistemas de Informação Geográfica - SIG são capazes de monitorar os processos de intervenção no território, com diferentes enfoques.

2.3.5 Geomática, epidemiologia e saúde

De acordo com Silva (1999), um SIG pode ser definido como um conjunto de equipamentos (hardware) e aplicativos (software)¹⁶ que integram sobre um espaço

¹⁴ Surge também o conceito de Saúde Coletiva, que contrapõe ao mesmo tempo em que complementa a Saúde Pública, esta última vista como uma saúde estatal e vertical e a primeira como uma saúde horizontal e dialética.

¹⁵ Enquanto a epidemiologia tradicional, segundo Pereira (2005), modelou a pesquisa quantitativa em estudos de 1ª linha ou experimentais (ensaio clínico randomizado), de 2ª linha ou analíticos (Coorte e Caso Controle) e de 3ª linha ou descritivos (relato de caso e estudos seccionais e ecológicos), a reaproximação das ciências exatas com as naturais humanizou o modelo científico modelando a pesquisa qualitativa em estudos experimentais etnográficos (pesquisa participante e pesquisa-ação) e estudos descritivos (relato de caso e pesquisa documental), conforme Brandão et al (1987).

¹⁶ Não esquecendo a necessidade de pessoal (peopleware) especialmente habilitado para sua operação.

geográfico mapas, gráficos e bases de dados. Um SIG deve ser capaz de coletar, armazenar, analisar e visualizar informações georreferenciadas localizadas na superfície terrestre e representadas numa projeção geográfica. Os SIG trabalham com camadas (*layers*), sendo que na primeira camada é armazenado um mapa de base que deverá ser referenciado a um sistema de coordenadas (georreferenciamento) de modo que os dados lançados nas demais camadas (pontos de ocorrência de um evento, arruamento, bacias hídricas, drenagem urbana, curvas de nível) utilizem o mesmo referenciamento. Os dados podem ser representados de forma matricial ou *raster* (*pixels* de imagens de satélite ou de fotografia aérea utilizadas no sensoriamento remoto) e vetorial (pontos, linhas ou polígonos baseados na geometria contínua do espaço) e são cruzados, por meio de funções analíticas (geoprocessamento).

Barcellos e Bastos (1996) consideram o espaço como uma categoria de análise de eventos em saúde, com pelo menos quatro enfoques: a) o espaço como resultado da sociedade, que produz o lugar dos ricos, dos pobres, das indústrias e estabelece fluxos de bens e serviços de forma heterogênea, influenciando a concentração de serviços de saúde e as condições de difusão de patologias; b) o espaço produzido socialmente exerce pressões econômicas e políticas sobre a sociedade: lugares sujeitos a exteriorizações negativas (poluentes industriais, lixões) tendem a possuir baixa infraestrutura e a serem alocados por moradores de baixa renda; c) o espaço acumula as transformações ocorridas na sociedade: pessoas tanto físicas quanto jurídicas têm mobilidade espacial limitada e o espaço acaba refletindo muito mais o passado do que o presente, tornando necessário considerar a dimensão temporal nos estudos que relacionam ambiente e saúde; d) o espaço possui valor em si (físico), produzindo condições diferenciadas de ocupação mesmo para grupos socialmente semelhantes (favelas no Rio de Janeiro, em Bogotá e em Bangkok são substancialmente diferentes). Para a incorporação da categoria espaço nos estudos epidemiológicos, duas importantes variáveis devem ser consideradas: a escala e a localização.

Profissionais da saúde devem ouvir seus pacientes (sintomas) e perceber alterações não verbalizadas em seus organismos (sinais). Os sinais são eventos observáveis a olho nu ou com algum instrumento simples de medição¹⁷. No entanto,

¹⁷ Por exemplo: variações no peso ou no diâmetro abdominal, relações entre estatura e envergadura ou mudanças na quantidade e topografia de lesões de pele.

quando a observação é feita microscopicamente, diz-se que alguns eventos orgânicos ocorrem numa escala muito pequena, ínfima. Por outro lado, na eclosão de uma epidemia, tem-se a idéia de um fenômeno de grande escala. Aqui identificamos uma das dificuldades de transposição do conceito de escala para a área da saúde, pois é importante diferenciar os conceitos de escala operacional, geográfica e cartográfica.

Dentro da área da saúde é comum o uso da escala operacional, que é definida como a escala de atuação ou operação de um determinado fenômeno e é diretamente proporcional, ou seja, quanto maior o fenômeno, maior a escala (magnitude). Esse conceito assemelha-se ao de escala geográfica, onde quanto maior a área geográfica considerada, maior a escala (amplitude), mas antagoniza com o conceito de escala cartográfica que é “a razão de semelhança entre a representação e o mundo real (...), indicando a razão entre comprimentos no mapa e seu correspondente no mundo real” (MENEZES et al, 1999).

O termo razão leva-nos a uma relação inversamente proporcional, portanto para representarmos em um mapa um evento de grande magnitude operacional e grande amplitude geográfica (uma epidemia) se necessita de uma escala cartográfica pequena (Figura 1).

Aplicação	Tamanho da escala	Representação	Escala
Carta do mundo ao milionésimo	Pequena	Síntese	1:1.000.000
Planta cadastral de uma cidade	Média	Semidetalhe	1:25.000
Planta baixa	Grande	Detalhe	1:50

Figura 1 – Quadro de exemplos de escala cartográfica.

Para Barcellos (2003b), como seria impossível analisar todos os elementos de um dado nível de agregação, a escala é um recorte de um conjunto de elementos escolhidos de acordo com o objetivo do trabalho. Já que a identificação de um problema conduz a reconhecer ou a ignorar a existência do território não escolhido, a utilização de uma escala envolve intenção e ação, sendo importante ressaltar que a escolha de escalas e de unidades de análise é uma necessidade metodológica,

pois os dados de saúde, os de ambiente e os socioeconômicos são coletados e agregados por meio de divisões políticas e administrativas. É importante, no entanto, ressaltar que a construção do espaço geográfico não se restringe a esses limites.

Carrijo (2008) lembra que cada esfera da vigilância em saúde utiliza uma escala geográfica, mas pode agregar seus dados em diferentes unidades de análise. Uma secretaria estadual de saúde, por exemplo, irá utilizar macro e microrregiões de saúde, além dos limites municipais, enquanto uma secretaria municipal de saúde irá utilizar bairros, setores censitários e regiões administrativas ou distritos sanitários.

Finalmente, segundo Barcellos e Bastos (1996), a escala define a homogeneidade interna e a heterogeneidade externa que possibilita as comparações entre áreas.

Os avanços na geomática dão conta da variável localização. A apropriação de SIG por prefeituras e gestores de saúde, embora lenta, já não é um fenômeno isolado. Para Barcellos e Ramalho (2002), esse processo de apropriação segue quatro eixos de desenvolvimento:

a) A disponibilização de bases de dados: os bancos de dados do SUS abrigam várias informações sobre estatísticas vitais, morbidade, dados gerenciais e contábeis. Utilizado como principal fonte de dados desta dissertação, o SINAN faz parte dos sistemas de informação em saúde de abrangência nacional, que registram a experiência demográfica e de saúde no país, formando a chamada “linha da vida”, já que abrangem o nascimento (Sistema de Informação sobre Nascidos Vivos – SINASC), a doença (SINAN e Sistema de Informações Hospitalares – SIH) e a morte (SIM). Além dessas bases, diversos órgãos estatais produzem informações epidemiológica e espacialmente importantes: o IBGE com seus dados demográficos, cartográficos e geodésicos, os dados de endereçamento urbano acumulados pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, as bases rurais do Instituto Nacional da Reforma Agrária - INCRA, do Instituto Nacional de Meio Ambiente – IBAMA e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, os dados das bacias hidrográficas acumulados pela Agência Nacional de Águas – ANA, as variações climáticas monitoradas pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET e as imagens de satélite (sensoriamento remoto) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE e do Sistema de Vigilância da Amazônia - SIVAM.

b) A disponibilização de aplicativos: os SIG podem ser encontrados em várias modalidades, desde as comerciais (Idrisi, ArcGis e sua versão *shareware*, o ArcView

3.2), as abertas (QuantumGis e Grass), as livres TerraView, Spring (produzidas pelo INPE) e o SigEpi (produzido pela OPAS e desenhado especificamente para epidemiologia e saúde pública). Muitos programas atendem demandas específicas como mapeamento temático (o próprio TabWin do DATASUS já dispõe de ferramentas para esse fim), análises geográficas, estatística espacial (disponível no SigEpi) e tratamento de imagens de satélite (como o Spring). Além disso, o fator custo é mandatório da decisão de qual SIG adotar.

c) O desenvolvimento tecnológico: o aumento da capacidade e da velocidade de processamento dos computadores, o aumento da velocidade da transmissão dos dados, bem como dos limites de armazenamento dos mesmos, associados à diminuição geral do custo vêm levando a disseminação de SIG. No Brasil, mesmo algumas experiências iniciais com SigWeb (o Google Earth é um exemplo de SigWeb) na área da saúde, integrando vários bancos de dados em uma base cartográfica já podem ser acessadas na *Internet*¹⁸, o que a bem pouco tempo atrás era estruturalmente impossível.

d) A capacitação de pessoal: assim como a informática tem presença tímida, a geomática ainda está distante de fazer parte dos currículos de graduação e de pós-graduação em saúde. As soluções mais procuradas são as pós-graduações (*lato e stricto sensu*), geralmente ligadas à área rural ou os cursos de curta duração fornecidos por empresas. Felizmente a Fiocruz tem investido em cursos específicos para gestores e trabalhadores da ponta, mas ainda está longe de vencer a demanda.

Embora estudos em saúde dispensem e até evitem, por questões éticas, uma precisão de milímetros ou até de metros no posicionamento de um dado evento, para muitos municípios as possibilidades de localização ainda ficam restritas aos limites do próprio município como menor unidade de agregação em virtude da arquitetura dos bancos de dados e da qualidade da anotação desses dados (em muitas notificações, registra-se o município de residência, mas se deixam em branco os dados de endereço do paciente). Para os municípios com mais de 25.000 habitantes (20% dos municípios brasileiros, que abrigam 75% da população), o

¹⁸ Estão disponíveis, desde 2008, o Atlas de Saúde e Saneamento (www.aguabrasil.cict.fiocruz.br) e o Inventário Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental (<http://www.saude.gov.br/svs/pisast>). Na mesma linha (SigWeb), outra importante iniciativa foi o lançamento, pelo Ministério do Planejamento e com coordenação do Conselho Nacional de Cartografia, da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE (www.inde.gov.br).

IBGE fornece a malha digital de setores censitários, possibilitando unidades de agregação e localização de dados mais refinadas, mas ainda é grande a mão de obra para transpor e cruzar dados demográficos e de bancos de dados em saúde num SIG¹⁹.

Conforme Barcellos et al (2008) várias prefeituras como Porto Alegre, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, Goiânia e Salvador já possuem tradição em geoprocessamento em saúde, sendo capazes de trabalhar com unidades de agregação submunicipal. Essas iniciativas produziram aplicativos de reconhecimento automático de endereços que atingem entre 60% e 90% de eficiência na localização de eventos registrados nas bases de saúde do SUS.

2.3.5.1 Desenho de estudo epidemiológico em geomática

O referencial citado nos dois itens precedentes dá conta do resgate, operado nas últimas décadas, da importância do papel do ambiente sociocultural no processo saúde-doença. Para Barcellos et al (2003) a “Ecologia é definida como o estudo da totalidade ou padrão de relações entre organismos e seu ambiente, por isso a abordagem ecológica está fortemente associada ao conceito de lugar.”

Em sua origem, o termo estudo ecológico está ligado à utilização de áreas geográficas como unidade de agregação (PEREIRA, 2005). Esse tipo de estudo avalia como a saúde de grupos populacionais pode ser afetada pelos contextos socioeconômico e ambiental, mensurando como esta estrutura pode participar na intensidade de ocorrência de um agravo em uma população, em um dado momento (MEDRONHO, 2003).

Como a unidade de observação é um grupo de pessoas e não os indivíduos, os estudos ecológicos podem ser considerados populacionais. Essas populações devem estar contidas em unidades de agregação, que podem ser unidades espaciais como um estado, um município ou um setor censitário (CARRIJO, 2008). A utilização de dados secundários torna os estudos mais acessíveis, de menor custo e de realização mais rápida (PEREIRA, 2005).

¹⁹ Felizmente o Censo 2010, com previsão de início de liberação das informações em outubro de 2010, está sendo totalmente produzido em bases digitais georreferenciadas para todos os municípios.

Por outro lado, epidemiologistas tradicionais colocam o modelo ecológico como um estudo incompleto, pois teria apenas caráter descritivo²⁰, sem a possibilidade de testar hipóteses²¹ Morgenstern (1998 *apud* Carvalho e Souza Santos, 2005). Para Carvalho e Souza-Santos (2005), esta ainda é uma visão dominante dentro do contexto acadêmico, mas os mesmos ressaltam que, no lugar de suscitar hipóteses sobre ou encontrar a causa de doenças em indivíduos, os estudos de agregados ou estudos ecológicos buscam a causa da incidência de doenças em grupos populacionais, com o objetivo de “ver a floresta e não as árvores”. Além disso:

Padrões de mortalidade ou morbidade, propagação de epidemias, transmissão sexual de doenças ou a transferência de comportamentos ou valores não podem ser explicados sem uma abordagem que além de considerar os grupos estude o espaço e o tempo. (CARVALHO e SOUZA-SANTOS, 2005).

Segundo Pereira (2005), as principais comparações possíveis em estudos ecológicos são as comparações geográficas e de séries cronológicas. Enquanto a primeira permite avaliar um evento que ocorre em diferentes áreas geográficas, a segunda permite a correlação de variáveis no tempo. Carvalho e Souza-Santos (2005) citam que os recentes avanços metodológicos no campo da estatística, em especial os modelos de efeitos aleatórios, trazem perspectivas inovadoras, superando o viés ecológico e trazendo para a análise efeitos de agregação impossíveis de serem simulados e estudados fora do ambiente de campo.

²⁰ Segundo Pereira (2005), os estudos descritivos têm o objetivo de informar sobre a distribuição de um evento em uma determinada população, quantitativamente (incidência ou prevalência). São úteis na identificação de grupos de risco passíveis de benefício de medidas saneadoras e para sugerir explicações para as variações de frequências.

²¹ A maior limitação dos estudos ecológicos é o chamado viés ou falácia ecológica que resulta de se fazerem inferências causais em relação a indivíduos tendo como base observações de grupos e advém da distribuição heterogênea da exposição ao fator em estudo e outros cofatores dentro dos próprios grupos. Por exemplo, o estudo ecológico de Emil Durkheim (século XIX), descrevia uma associação ecológica positiva entre a proporção de indivíduos de religião protestante e as taxas de suicídio, tendo como base o estudo de províncias da Prússia. Durkheim concluiu, que os protestantes têm maior tendência ao suicídio do que os católicos. Apesar da conclusão poder ser verdadeira, a inferência causal não é, pois poderiam ter sido os católicos em províncias predominantemente protestantes a cometer os suicídios, e a metodologia ecológica da época não permitia discernir qual das duas hipóteses estava certa (Pereira, 2005).

2.3.5.2 Mapeamento temático

Embora a Geografia faça maior uso de mapas do que qualquer outra ciência, não se deve confundi-la com Cartografia. O mapa é, ao mesmo tempo, uma das suas bases de trabalho e um dos seus recursos de expressão: sem ele, em muitos campos, é impossível caminhar com segurança...

Ribeiro (1987 *apud* DIAS. 1991).

Segundo o IBGE (1999):

(...) a Cartografia apresenta-se como o conjunto de estudos e operações científicas, técnicas e artísticas que, tendo por base os resultados de observações diretas ou da análise de documentação, se voltam para a elaboração de mapas, cartas e outras formas de expressão ou representação de objetos, elementos, fenômenos e ambientes físicos e socioeconômicos, bem como a sua utilização²².

Para Duarte (1991), a Cartografia divide-se em Cartografia Topográfica e Cartografia Temática. Esta pode ser executada por pessoas não especializadas em Cartografia, representando qualquer elemento (até os abstratos), de forma tanto qualitativa, quanto quantitativa, mas o mapeamento produzido é de duração limitado, em decorrência da rapidez com que os dados se tornam obsoletos, destinando-se a um público reduzido e especializado, dotado de conhecimentos específicos para a compreensão do produto realizado. Aquela, por sua vez, é executada por especialistas em Cartografia, produz mapeamentos que retratam elementos físicos de forma qualitativa e que podem ser utilizados por longo tempo, destinando-se a um público mais amplo e não necessariamente dotado de conhecimentos específicos para a compreensão dos documentos produzidos.

Segundo esse mesmo autor, nos trabalhos de Cartografia Temática, parte-se de uma Base Cartográfica (ou, de uma forma mais simples, conjunto de traços) que servirá como suporte para a informação comunicada sobre um tema, com a simbologia adequada.

Dentro dos métodos descritos por Loch (2006) para a representação cartográfica de temas humanos, econômicos e físicos, os de símbolos proporcionais são adequados para representar magnitudes em localizações específicas (por exemplo, gráficos de barras).

²² Para um maior detalhamento da Cartografia como ciência e arte, veja o Apêndice A.

Além desses, os mapas coropléticos, na definição de Dias (1991), são mapas temáticos que representam distribuições uniformes de quantidades relacionadas com certas áreas (do grego *chorus* = área e *plethos* = valor). Para Loch (2006), o método coroplético associa os valores de cada variável, hierarquizados em classes, a intensidades de cor ou de escala de cinza para mostrar diferenças na intensidade do fenômeno, sendo adequado para representar temas quantitativos que ocorrem em unidades geográficas bem definidas, como estados e municípios.

A mesma autora define que se pode chegar a até doze classes em mapas coloridos e a até oito classes em mapas em preto e branco, sendo que, para estes, na prática, cinco tonalidades de tons de cinza são uma ótima escolha.

2.3.5.3 Epidemiologia espacial

A epidemiologia espacial incorpora variações espaciais no risco ou na incidência de um agravo, determinando sua distribuição espacial ou seu padrão geográfico. A localização espacial do evento é a principal informação em investigação e espera-se maior semelhança entre pontos próximos do que afastados. Por meio das relações de proximidade pode-se descrever, quantificar e principalmente explicar as variações nas taxas, de forma que a dependência espacial possa ser associada, inclusive, a causas sociais e econômicas, contribuindo para a compreensão da etiologia da doença (CARBALLO, 2005).

Carvalho e Souza-Santos (2005) citam que:

(...) os métodos de análise espacial na saúde coletiva vêm sendo usados principalmente em estudos ecológicos, na detecção de aglomerados espaciais ou espaço-temporais, na avaliação e monitoramento ambiental e aplicados ao planejamento e avaliação de uso de serviços de saúde.

Para Bailey (2001), a epidemiologia espacial pode ser dividida em três grandes áreas:

a) Mapeamento de doenças: com proposta descritiva, utiliza modelos estatísticos que geram mapas limpos de perturbações externas. O objetivo principal é descrever a distribuição geográfica da patologia de forma a gerar hipóteses para estudos mais aprofundados, controlar áreas de risco elevado, definir e monitorar

epidemias, além de revelar mudanças temporais nos padrões de ocorrência e apoiar decisões de vigilância em saúde. Dentre os métodos exploratórios utilizados estão a Razão Padronizada de Mortalidade ou Morbidade – RPM²³ e os métodos de suavização: mapa de probabilidades, estimador bayesiano empírico local de Marshal (paramétricos), estimador de kernel e krigagem (não-paramétricos), além da modelagem de dados (modelo aditivo generalizado, modelo linear generalizado e modelagem bayesiana).

b) Detecção de aglomerados (*clusters*): é uma análise de seguimento, não sendo utilizada para o desenvolvimento de hipóteses iniciais. *Clusters* são agrupamentos geograficamente limitados, com ocorrências em número e concentrações suficientes para não serem devidas ao acaso (eventos semelhantes em locais próximos entre si). Para aglomerados, considera-se que indivíduos que residam próximos uns dos outros sejam mais suscetíveis à contaminação de uma doença. Isso pode ocorrer por uma fonte física (agente poluidor) ou por relação entre aglomerações e mecanismos sociais ou biológicos locais. Entre os métodos utilizados para a detecção de clusters estão os tradicionais (teste da homogeneidade ou de qui-quadrado), os que se baseiam na distância (matriz de vizinhança) e os métodos circulares (*scan*).

c) Estudos de correlação geográfica: também denominados de estudos de correlação ecológica. Basicamente são estudos ecológicos que utilizam métodos de modelagem geográfica semelhantes aos usados no mapeamento de doenças.

2.3.6 Estudos Espaciais de Leptospirose

²³ É a razão entre os valores observados e esperados para a morbidade e equivale a um risco relativo médio estimado para cada unidade de agregação geográfica (no caso, cada município). A RPM de um município é calculada pela razão entre o seu número de casos observados e o seu número de casos esperados, sendo este último estimado através do produto do risco médio total para todos os municípios da região em estudo (dado pela soma de todos os casos, dividida pela soma de todas as populações) com a população do município em questão (CARBALLO, 2005):

$$RPM = \frac{\text{casos_do_município}}{\frac{\text{casos_da_região}}{\text{população_da_região}} \times \text{população_do_município}}$$

Paula (2005) analisou a relação entre a ocorrência de leptospirose e a distribuição espacial da chuva, em uma base nacional (Brasil), regional (Paraná) e local (Curitiba), utilizando ferramentas de análise espacial de um SIG. Na cidade de Curitiba, os surtos de leptospirose concentram-se nos meses mais chuvosos de janeiro a março (Figura 2). Ainda para a base municipal, o autor encontrou relação entre casos de leptospirose e áreas com alta densidade demográfica, sub-habitação e risco de enchente.

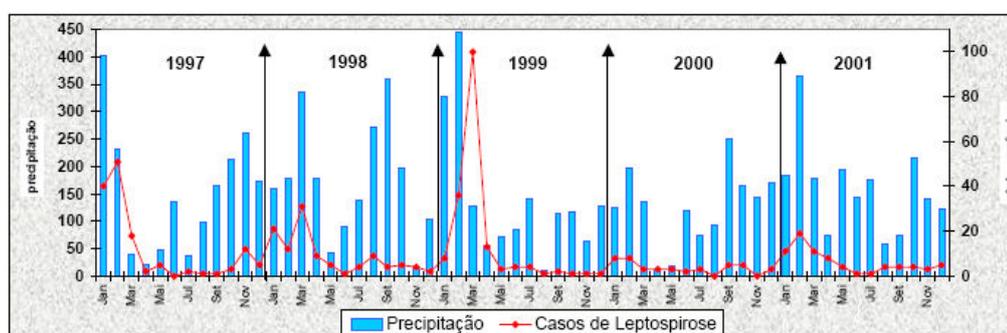


Figura 2 - Relação entre a pluviosidade mensal e as ocorrências de leptospirose em Curitiba, Paraná, no período de 1997 a 2001 (PAULA, 2005).

Costa et al (2001) apontam para uma correlação positiva entre chuva e casos na cidade de Salvador (Figura 3), além de sugerir baixos níveis socioeconômicos como significativos na cadeia de transmissão.

Em 1996, o município do Rio de Janeiro passou por uma grande epidemia urbana, após os temporais do mês de fevereiro, com 1.732 casos notificados e 51 óbitos. Barcellos e Sabroza (2001) averiguaram o contexto ambiental do surto, utilizando um Sistema de Informações Geográficas – SIG. Áreas de risco foram estabelecidas na zona oeste da cidade, com o mapeamento das regiões sujeitas à inundação e de zonas em que há acumulação de lixo doméstico. Ainda que a relação não seja direta, as maiores taxas de incidência ocorreram nas regiões sujeitas à inundação e ao redor das zonas de acumulação de lixo, apontando para a combinação de fatores sociais e ambientais (Figura 4).

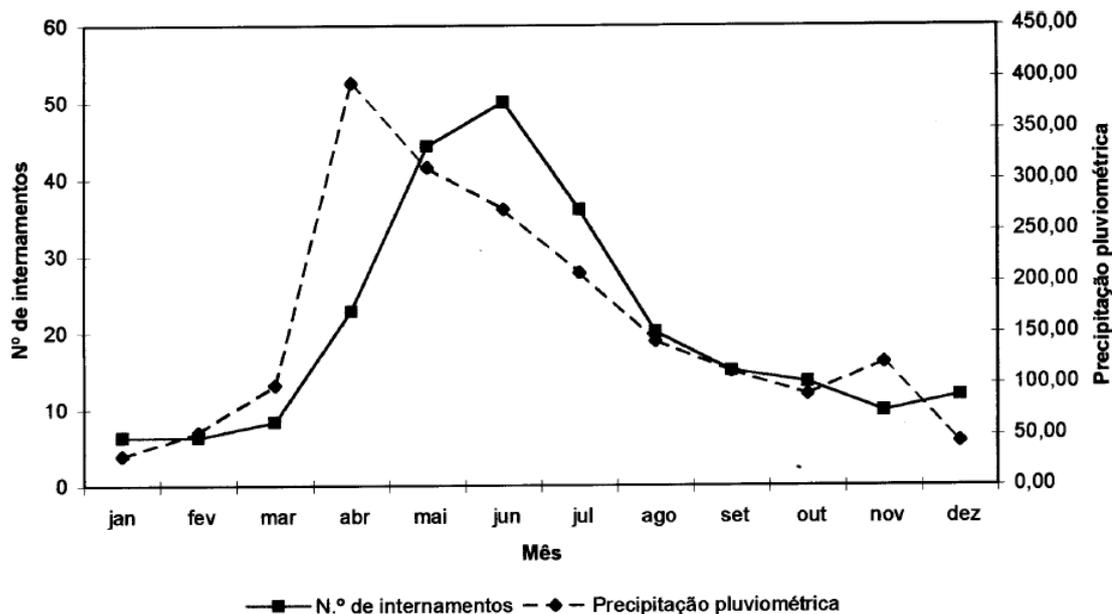


Figura 3 – Médias mensais de internações por leptospirose e da precipitação pluviométrica na cidade de Salvador – BA, no período entre janeiro/1993 e dezembro/1996 (COSTA et al, 2001).

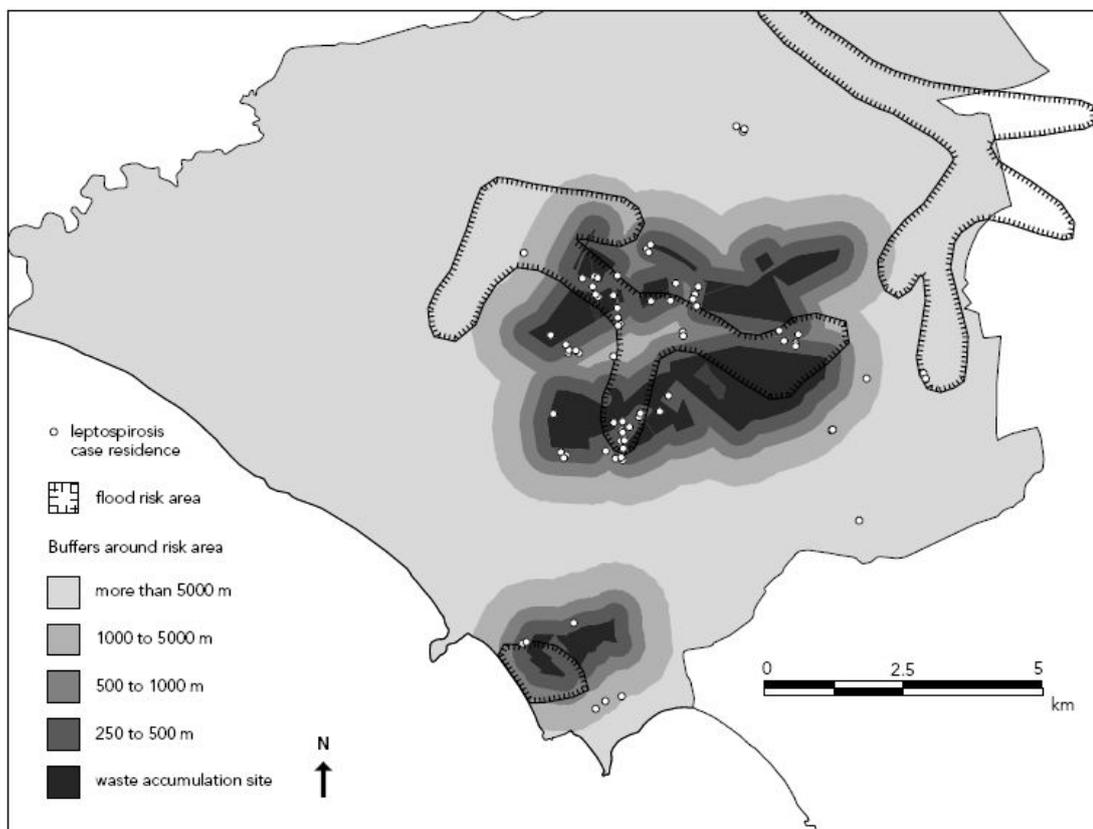


Figura 4 – Casos de leptospirose, áreas de risco para inundação e áreas de influência (*buffers*) ao redor de locais de acumulação de lixo na região oeste da cidade do Rio de Janeiro – RJ (BARCELLOS e SABROZA, 2001).
Pontos brancos = casos; linha hachurada=risco de inundação; áreas em preto=acúmulo de lixo.

Tassinari et al (2004) descreveram a distribuição espacial da leptospirose na cidade do Rio de Janeiro, nos oito semestres de 1996 a 1999. Utilizando a razão de suavização espacial (Kernel) de casos e de população, foi gerada uma superfície de estimativa da intensidade da incidência da leptospirose.

Os locais de maior intensidade de ocorrência de casos não se repetiram ao longo do período e locais considerados normalmente de maior risco, como favelas e áreas de inundações, não foram sempre os mais atingidos. Os autores sugerem a hipótese de que, em regiões com melhores condições sanitárias, os moradores não tiveram nenhum contato prévio com a leptospirose, sendo imunologicamente mais susceptíveis, já que em áreas de risco, grande parte da população residente tem anticorpos para a leptospirose sem registro de caso clínico. Além do que, na cidade do Rio de Janeiro, as favelas ficam a poucos metros das áreas mais privilegiadas, fazendo com que se confundam os limites entre áreas saneadas e não saneadas.

Uma das autoras, ao complementar o estudo em sua dissertação (PELLEGRINI, 2002), reforça que:

Outro fator que merece destaque é a estreita relação do homem com um dos principais reservatórios urbanos: os cães. As vacinas disponíveis para cães no mercado somente evitam que o animal desenvolva a forma clínica mais grave, não impedindo o estado de portador (Correa et al., 1995). Desse modo, o animal pode vir a eliminar o agente para o ambiente, assumindo uma grande importância no ciclo epidemiológico da doença.

Estudo semelhante, na cidade de Salvador, demonstrou coincidência espacial entre casos de leptospirose e áreas de risco (definidas como zonas de favelas, com coleta irregular de lixo e com baixa renda). Também houve concordância espacial nos períodos de chuva e seca, com maior número de casos no período chuvoso (Figura 5 e Figura 6). Diferente do Rio de Janeiro, em Salvador as favelas estão localizadas ao redor de vales, onde as pessoas mais pobres vivem nas áreas mais baixas e onde há maior acúmulo de lixo, esgoto e água da chuva (NUNES, 2007).

Em análise retrospectiva realizada, usando recursos de geoprocessamento, Figueiredo et al (2001) avaliaram 19 casos de leptospirose em Belo Horizonte. Nas áreas de favelas e bolsões de pobreza, foram identificados os principais focos da doença ($73,7 \pm 12\%$ dos casos).

Na periferia, local com maior carência de infraestrutura e onde ocorreu um aumento populacional, localizaram-se $95, \pm 6\%$, dos casos. Quarenta e dois por

cento, $\pm 14\%$, dos casos estavam localizados nas áreas com maior concentração de redes fluviais e 79, $\pm 11\%$, ocorreram em partes altimétricas mais baixas da cidade (750 a 1.000m), sendo que 78, $\pm 12\%$, dos indivíduos tiveram contato com água e/ou animais contaminados.

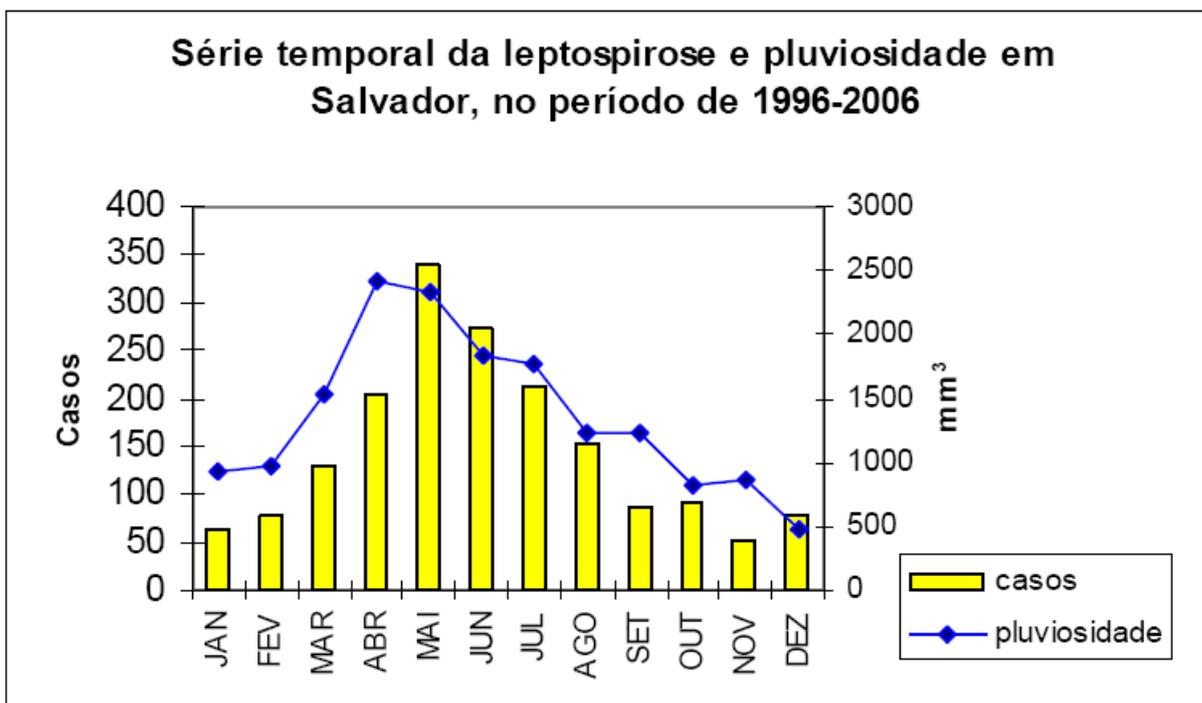


Figura 5 – Série temporal da leptospirose e pluviosidade em Salvador – BA, no período de 1996-2006 (NUNES, 2007).

Segundo Brasil (2001 *apud* MATZENAUER et al, 2007):

O clima predominante no Estado do Rio Grande do Sul, conforme a classificação climática de Köppen, é do tipo climático “Cfa”, temperado com chuvas regularmente distribuídas durante o ano e com verões quentes. Este tipo climático ocorre devido à localização subtropical do estado, situado entre os paralelos 33°45’03”S, no extremo sul e 27°04’49”S no extremo norte.

Barcellos et al (2003) realizaram um estudo ecológico da leptospirose por meio da agregação de dados epidemiológicos em unidades espaciais que representassem a diversidade socioambiental do estado do Rio Grande do Sul. Os 1.274 casos confirmados de leptospirose ocorridos em 2001 foram

georreferenciados por município de residência, fazendo-se sobreposição com os mapas de caracterização de uso do solo, relevo e bacias hidrográficas.

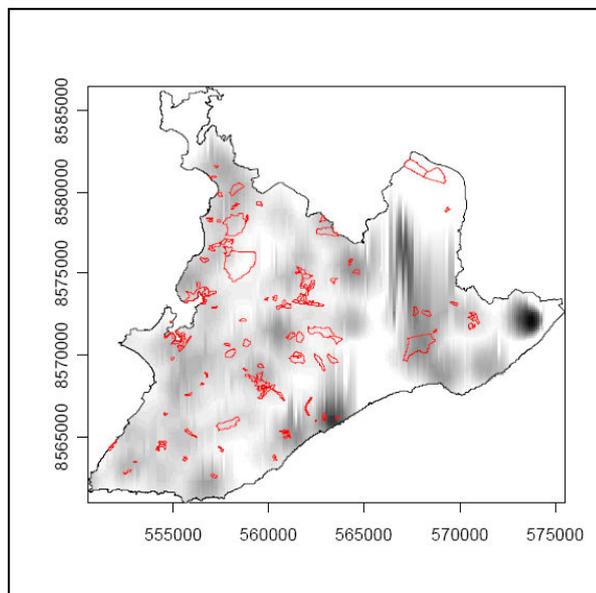


Figura 6 - Mapa da razão de *kernel* dos casos de leptospirose em Salvador - BA, entre os períodos de seca e de chuva, 1996-2006 (NUNES, 2007).

Isoladamente, taxas de incidência superiores à média estadual foram encontradas em áreas destinadas à agricultura (principalmente lavoura irrigada), áreas com altitude abaixo de 300 metros e nas bacias do Jacuí e da Lagoa Mirim. As áreas agrícolas representam 37,9% do Estado e contabilizam 68,5% do total de casos de leptospirose, sendo alta a proporção de casos relacionados ao ambiente de trabalho (42,4%) nessas áreas, enquanto que nas demais foi de somente 12,4%. Nas áreas de baixa altitude (cota abaixo de 300m) estão cerca de 65% da população total do estado e 85,6% dos casos. A sobreposição das áreas é demonstrada na **Figura 7**, onde se vê que a depressão central conta com os três agregados considerados, inclusive com a bacia do rio Jacuí.

Os resultados também sugerem a existência de características ecológicas favoráveis à transmissão da leptospirose em locais em que há proliferação de roedores sinantrópicos conjuntamente à produção agrícola intensiva.

Esse fato é reforçado por Faine (1982 apud LEVETT, 2001) que define que um dos três padrões de ocorrência da patologia se refere a climas temperados, onde a infecção humana ocorre por contato direto com animais infectados, como bovinos, ovinos e suínos.

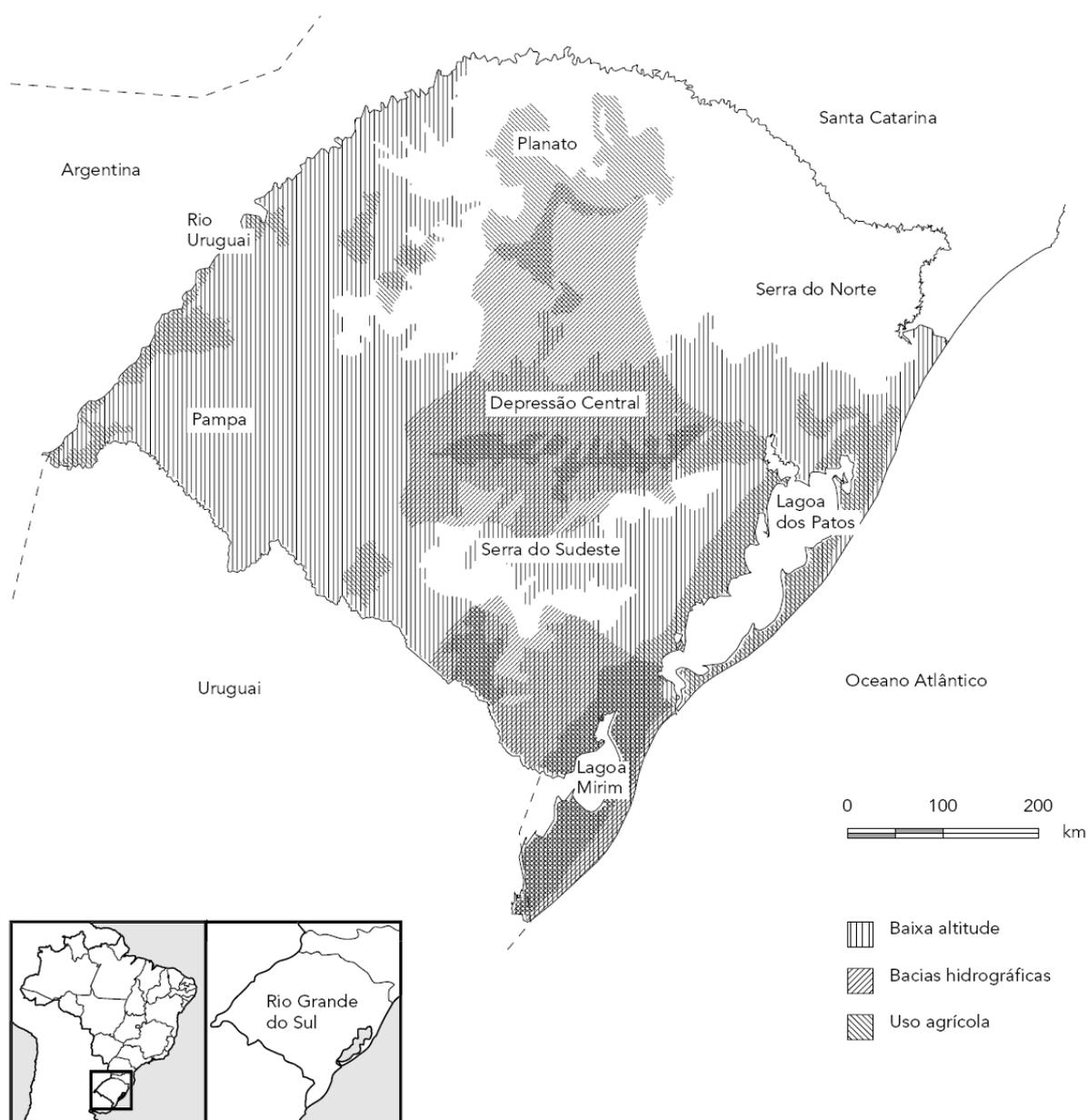


Figura 7 – Sobreposição de áreas críticas de incidência de leptospirose no Rio Grande do Sul, segundo faixa de altitude, bacias hidrográficas e uso do solo. (BARCELLOS et al, 2003,)

2.3.7 Estatística e epidemiologia

Sem pretensão de aprofundamento, este tópico pretende referenciar os termos (sublinhados) utilizados na definição metodológica do presente estudo e ser útil aos leitores não estatísticos e não epidemiologistas (assim como o Apêndice A é dirigido para não geógrafos). Todas as analogias serão realizadas em relação ao objeto de estudo deste trabalho, a ocorrência de casos de leptospirose em agregados geográficos.

Será que a ocorrência de casos de leptospirose (variável dependente ou desfecho²⁴) em uma determinada região sofre influência da chuva, da altitude, da pecuária ou da agricultura (variáveis independentes ou preditoras)? Essas questões envolvem a formulação de hipóteses, que são as questões a serem respondidas por estudos analíticos ou a serem levantadas por estudos descritivos.

Estatisticamente, a verificação de uma hipótese visa escolher entre duas opções mutuamente exclusivas: a) a hipótese nula (H_0): não há diferenças estatisticamente significantes entre as variáveis preditoras de áreas com mais ou menos casos de leptospirose (variável desfecho), ou seja, as diferenças existentes devem-se ao acaso e b) a hipótese alternativa (H_1): rejeita-se a H_0 , pois as variações de desfecho entre as áreas devem-se às influências das variáveis preditoras e não ao acaso (MEDRONHO, 2003).

As diferenças estatisticamente significantes são encontradas com testes estatísticos (t de Student, Fisher, Qui-quadrado, Wald, entre outros) que produzem respostas de probabilidade (valor de p) ou chance de dois grupos de dados em comparação serem diferentes. Tecnicamente, a probabilidade de ocorrência de um fato varia entre 0 (nunca) e 1 (sempre), mas na realidade, nenhum teste é capaz de dar respostas 100% corretas²⁵. A possibilidade de um teste gerar um resultado falso positivo é conhecida como Erro tipo I ou α , enquanto chance de gerar um resultado falso negativo é chamada de Erro tipo II ou β ($1 - \beta$ define o poder de um teste). O

²⁴ Este desfecho poderá ser contínuo: quantidade de casos numa área ou dicotômico: ocorrência ou não de casos numa área.

²⁵ O erro de um teste é devido a vários fatores não intencionais, os vieses, que podem ser de seleção, quando há erro na escolha da amostra de estudo, de aferição, quando existe problemas no instrumento de aferição ou no método diagnóstico utilizado ou de confundimento, quando as diferenças atribuídas a um determinado fator, são na verdade devidas a uma outra variável não considerada na pesquisa, como caso do estudo de Durkheim, citado anteriormente (PEREIRA, 1995).

valor aceitável para α é denominado nível de significância e é arbitrado pelo pesquisador, ou seja, para um $\alpha = 0,05$ se aceita que haja apenas 5% de chances das diferenças encontradas no estudo deverem-se ao acaso e, portanto, somente valores menores que 0,05 encontrados pelos testes estatísticos ($p < 0,05$) serão considerados estatisticamente significantes (PEREIRA, 2005).

Epidemiologicamente, a medida da morbidade, tanto referida pelo paciente, quanto diagnosticada pelo profissional de saúde é um dos temas centrais da epidemiologia. Dentro da vigilância epidemiológica, definida como um sistema de coleta, análise e disseminação de informações relevantes para a prevenção e o controle de um problema de saúde pública, a notificação compulsória de casos é uma das principais fontes de dados e o estudo de séries de casos é uma estratégia muito usada na investigação da história natural das doenças. Dessa forma é possível investigar situações, fatores e exposição a agentes que possam estar relacionados como o aparecimento do agravo (PEREIRA, 2005)

A medida da frequência de uma doença em uma população é dada pela incidência e pela prevalência, a primeira identificando apenas os casos novos ocorridos em determinado período, sem considerar os casos já existentes e a última medindo o total de casos existentes em um dado momento sem discernir quais casos são novos ou antigos. Considerada por muitos autores como uma fotografia do agravo, a taxa (quando medida em base populacional) de prevalência é o somatório de todos os casos antigos mais os novos (descontados os óbitos e as curas), dividido pelo número de pessoas na população em estudo, com resultado expresso em valores absolutos, percentuais ou em casos por k habitantes, onde k é uma constante, em geral igual a 1.000, 10.000, 100.000 ou mais, de forma a expressar ao menos um caso inteiro. Para a taxa de incidência é utilizada a analogia de um filme, pois demonstra o comportamento da patologia no tempo, sendo calculada pelo somatório de casos novos, em um determinado período, dividido pelo número de pessoas expostas ao risco de contrair a patologia (que pode ser toda a população), com resultados expressos da mesma forma que a prevalência²⁶ (MEDRONHO, 2003).

A prevalência, e em especial, a incidência são estimadores de risco, no caso, risco absoluto (PEREIRA, 2005). Conforme visto nos tópicos anteriores, o risco de

²⁶ Em geral, doenças crônicas possuem baixa incidência e alta prevalência (duração), ao contrário das agudas, que terão alta incidência e baixa prevalência (e.g. diabetes x gripe).

alguém ser acometido de leptospirose, considerando toda a população brasileira, no período de 1999 a 2006, foi de 0.0000186% ou 1,86 casos para cada 100.000 habitantes e no Rio Grande do Sul, no mesmo período, foi de 0,0000517 ou 5,17 casos por 10^5 habitantes.

Os estimadores de risco constituem-se em medidas da força de associação ou medidas de efeito entre o fator de risco (variável preditora) e a ocorrência do agravo (desfecho). Dentre os estimadores de risco relativo tem-se a razão de incidências (ou simplesmente, risco relativo, utilizado em ensaios clínicos e estudos de Coorte), a razão de prevalências (usada em estudos transversais) e o Odds Ratio (útil em estudos de caso-controle). Também conhecida como razão de chances, o *Odds Ratio* é uma estimativa dos dois primeiros, pois enquanto esses são definidos como uma razão de incidências ou de prevalências de um agravo entre expostos e não expostos a um fator de risco (o total de expostos é conhecido), o último, como não se tem o total de expostos (denominador), “representa a razão entre as chances em favor da exposição nos casos (doentes) e as chances em favor da exposição nos não casos (indivíduos sadios)” (ROUQUAYROL e ALMEIDA FILHO, 2003).

Os resultados encontrados para as medidas de efeito são avaliados em função do valor de p, do nível de significância e do intervalo de confiança - IC, este último definido como os limites inferior e superior que tem certa probabilidade (em geral de 95%, valor que é previamente definido para o cálculo do IC) de conter em seu interior o valor real do estimador na população. Quanto mais representativa da população (e, em geral, maior) for uma amostra de dados, menor será o IC. Por conseguinte, intervalos grandes remetem a resultados pouco confiáveis. Em se tratando de estimadores absolutos, se o IC contiver o valor zero, significa que não há diferença entre os valores comparados (ou existe 95% de probabilidade da diferença entre os dois valores ser igual a zero) e aceita-se a H_0 . No caso de razões e proporções (risco relativo), se o IC contiver o valor um (1), significa que os riscos são iguais, ou seja, existe 95% de probabilidade da razão entre os dois ser igual a 1 (MEDRONHO, 2003).

Uma análise é univariada quando a variável é analisada *per se* (e.g., qual a média, a moda, a mediana, a variância e o desvio padrão do número de dias de internação por leptospirose?), bivariada, quando uma variável dependente é relacionada com uma única variável independente (covariância, correlação, regressão linear simples), múltipla, quando se analisa uma variável dependente em

função de várias variáveis independentes (regressão linear múltipla, regressão logística, regressão de Poisson com variância robusta), e multivariada, quando se analisa várias variáveis dependentes em função de variáveis independentes ou quando se analisa a estrutura das variáveis, visando à redução do número de variáveis, como na análise de componentes principais, na análise de agrupamento ou na análise fatorial (HAIR et al, 2005).

A covariância dá o sinal da variação conjunta de duas variáveis, se positiva, variam no mesmo sentido²⁷ (diretamente proporcionais), se negativa, em sentidos opostos (inversamente proporcionais). A correlação varia de -1 a 1 e além de indicar o sentido da relação, quantifica a relação entre duas variáveis (os extremos indicam correlação total, positiva ou negativa e o meio – zero – indica ausência de correlação). Por outro lado, a regressão, além de quantificar e dar sentido fornece direção (CALLEGARI-JACQUES, 2008). Suponha-se o interesse em examinar se x pode explicar y . Em outras palavras, conhecer o valor da altitude (x) de um grupo de municípios é útil na predição da ocorrência de casos de leptospirose (y) nestes municípios?

Existe regressão de y sobre x (linguagem estatística) quando y é função de x (linguagem matemática) ou y depende de x (linguagem coloquial), sendo y a variável dependente ou o desfecho e x a variável independente ou preditora. A distribuição dos dados coletados num plano cartesiano gera um gráfico de dispersão de pontos que dá uma ideia visual de que tipo de relação existe entre as duas variáveis. O método de regressão utilizado fornecerá a equação de uma linha para a qual se terá as menores distâncias entre os pontos dos dados e a própria linha. No caso da regressão linear chega-se à equação de uma reta ($y = a + bx$), obtida pelo Método dos Mínimos Quadrados (CALLEGARI-JACQUES, 2008).

A equação encontrada permite prever y a partir de x e o coeficiente angular (b) ou coeficiente de correlação linear (β), permite estimar o quanto a variação de x influencia a variação de y , ou seja, o quanto a variação de uma unidade em x , influencia negativamente ou positivamente o valor de y . Em outras palavras, se na regressão linear entre altitude e casos de leptospirose for encontrado um valor de -

²⁷ Entendo sentido na acepção física e matemática: a direção é dada por uma linha, enquanto o sentido é dado pela seta na extremidade da linha, logo, uma linha na direção vertical pode ter dois sentidos: para cima e para baixo.

0,03, significa que, para cada 100 metros incrementados na altitude, tem-se o decréscimo de três casos no risco da ocorrência de leptospirose.

A significância de β é dada pelo resultado do teste estatístico (no caso da regressão linear, o teste t de Student), valendo as mesmas regras pra o IC. Se na análise univariada o coeficientes de correlação (r) indica o quanto duas variáveis estão correlacionadas, na regressão linear o valor do coeficiente de determinação (r^2) indica, por meio da correlação ao quadrado dos valores reais e previstos, o quanto da variação da variável de dependente é explicada pela variável independente, num mínimo de 0 e num máximo de 1. Os modelos lineares generalizados incluem as seguintes regressões múltiplas: a regressão logística e a de Poisson com variância robusta e a regressão linear múltipla. Na regressão múltipla a variável dependente é explicada por duas ou mais variáveis independentes, maximizando seu poder preditivo geral (pelo controle entre as variáveis) e possibilitando a comparação de dois ou mais conjuntos de variáveis preditoras (HAIR et al, 2005).

3 METODOLOGIA

Na primeira parte do trabalho, optou-se por um desenho de estudo descritivo, do tipo investigação de série de casos, por meio da avaliação das fichas de investigação individual do banco de dados do SINAN, alimentadas pela equipe da 4ª Coordenadoria Regional de Saúde no período entre 1999 e 2006, sendo selecionadas as variáveis da ficha de investigação de leptospirose que mantinham compatibilidade entre as fichas de investigação (Anexo A e Anexo B) das duas versões do SINAN (visando comparações futuras) e que possibilitavam a descrição dos casos²⁸.

Como a primeira versão do SINAN possuía bem menos rotinas de validação de dados que a atual versão, realizou-se o levantamento do percentual de completitude para cada variável, considerando como incompletos os campos em branco, preenchidos com valor ignorado ou com valor nulo. Para tal, adotou-se o padrão utilizado por Oliveira et al (2009) que consideraram percentuais iguais ou superiores a 90% como de completitude excelente, entre 70% e 89% como regular e abaixo de 70% como baixa. Para a descrição de cada variável, os anos em que a completitude atingiu percentual abaixo de 70% foram descartados.

O campo município de residência foi utilizado para a totalização de casos por município, pois até 2006 o SINAN não continha um campo específico e obrigatório para casos autóctones. Instruções SQL (*Structured Query Language*), com o aplicativo Microsoft Access, foram utilizadas para filtragem, para totalização parcial e para extração dos dados do banco do SINAN. O aplicativo Microsoft Excel foi usado no tratamento estatístico da primeira fase dos resultados. Na descrição dos dados

²⁸ As variáveis estudadas estão listadas na Figura 12 do item resultados, na página 73.

de hospitalizações e de mortalidade do SINAN, fez-se necessária a relação desses com informações do SIM e do SIH, que foram extraídas de suas páginas eletrônicas.

Embora não faça parte do escopo de um estudo descritivo, nem da premissa inicial do trabalho, os resultados obtidos para idade, para raça ou sexo e para escolaridade suscitaram a comparação com os resultados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD, obtidos junto à página eletrônica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Portanto, testou-se a hipótese nula de que os valores encontrados no SINAN possuíam a mesma frequência dos valores encontrados na PNAD para essas variáveis.

As informações consolidadas na fase descritiva serviram de base para a segunda etapa, um estudo ecológico. Para o qual, de acordo com os dados secundários disponíveis, o trabalho utilizou duas escalas de análise e agregação, uma geograficamente maior e cartograficamente menor, a escala regional, compreendendo os 32 municípios da 4ªCRS e outra geograficamente menor e cartograficamente maior, a escala local, compreendendo o centro urbano do município de Santa Maria. Para o recorte local ainda foram utilizadas três escalas progressivas de análise e agregação de casos: o setor censitário, o bairro e a Região Administrativa – RA.

O mapeamento temático foi produzido utilizando-se como Bases Cartográficas os mapas em formato *shapefile*²⁹, obtidos por meio da página eletrônica do IBGE e processados no aplicativo de geoprocessamento Arcgis (Versão 9.2), instalado no Laboratório de Geomática – LabGe do Centro de Ciências Rurais – CCR da UFSM. Optou-se pelos mapas de símbolos proporcionais e pelos mapas coropléticos. Para estes, como todos os mapas utilizados continham, no máximo, cinco classes, decidiu-se pela representação em tons de cinza, que também é mais econômica.

Neste trabalho, esses dois tipos de mapas foram utilizados de forma conjunta para possibilitar a representação de mais de uma variável no mesmo mapa e para demonstrar a magnitude de uma variável independente com o desfecho dicotômico (caso ou não-caso) de uma determinada área geográfica. Para melhor entendimento dos mapas regionais, foi definido para cada município um localizador alfanumérico

²⁹ O formato Shapefile está publicamente documentado pelo *Environmental Systems Research Institute* (ESRI, 1998), seu criador. Praticamente todo aplicativo de SIG pode ler e gerar dados nesse formato, que acabou se tornando, globalmente, o formato para compartilhamento de dados vetoriais entre equipes, departamentos, empresas e agências governamentais.

que associa os dados das tabelas informativas de cada mapa com o polígono representativo de cada município. No mapa, os localizadores estão distribuídos da esquerda para a direita e de cima para baixo, de acordo com a parte alfabética do código, progredindo de AA no canto superior esquerdo para BH no canto inferior direito, passando por AR no centro.

Por exemplo, um dos municípios localizados no centro do mapa é identificado pelo localizador AL-29, podendo ser encontrado na tabela informativa, que está ordenada por nome do município, por meio da parte numérica do localizador (que acompanha a ordem alfabética da tabela) e é o município de Toropi. No sentido inverso, o município de Santa Maria, identificado na tabela pelo localizador BF-20, pode ser encontrado facilmente no mapa depois do município identificado pelo localizador BE-4 e antes daquele identificado por BG-19 (**Figura 8**).

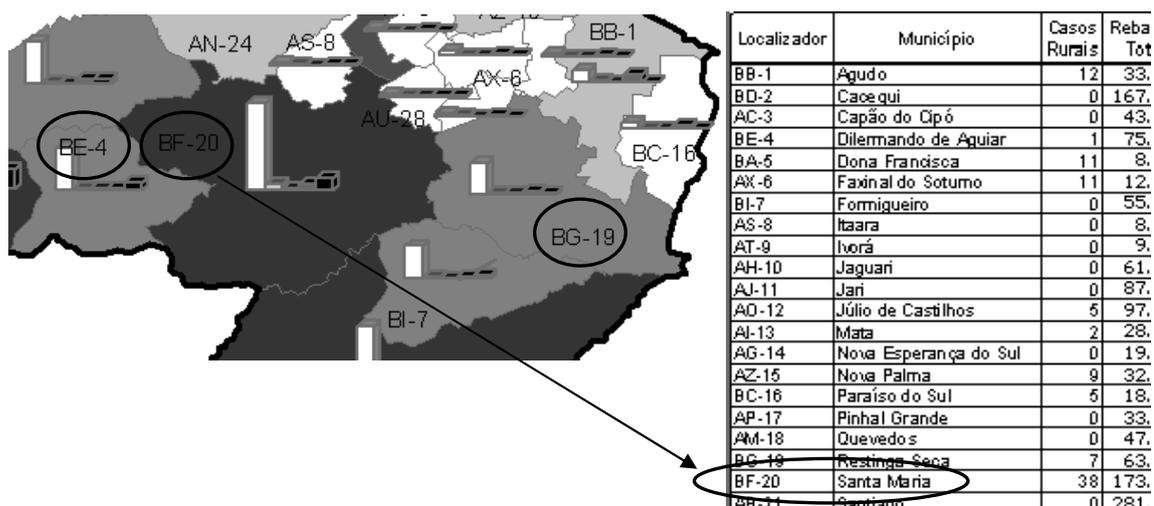


Figura 8 – Forma de utilização do localizador alfanumérico.

Dentro da escala regional, foram consideradas as Delegacias Regionais de Saúde, criadas por decreto, em 1968, numa óptica de verticalização e fortalecimento do comando central e reorganizadas em Coordenadorias Regionais de Saúde em 1999, dentro da lógica de descentralização do SUS (KOPF et al, 2002), sendo município sede aquele que apresentava maior população no momento da criação da coordenadoria (no caso dos 32 municípios da 4ª CRS, o município de Santa Maria).

Segundo o Plano Diretor de Regionalização da Saúde - PDR (RIO GRANDE DO SUL, 2002), o estado foi dividido em sete macrorregiões que são compostas por 19 regionais e suas respectivas microrregiões de saúde.

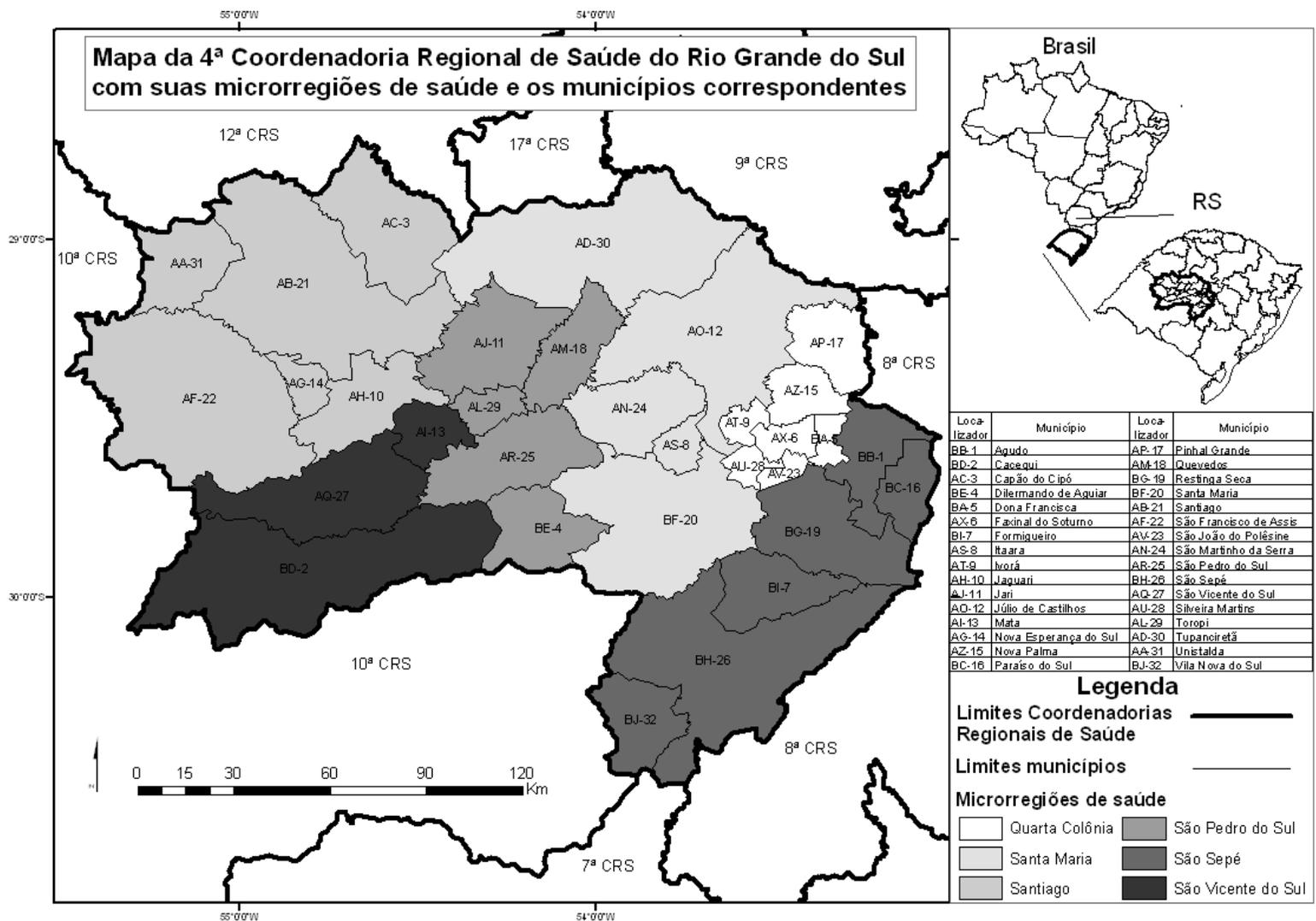


Figura 9 – Mapa da 4ª Coordenadoria Regional de Saúde do Rio Grande do Sul com suas microrregiões de saúde e os municípios correspondentes RS: Microrregiões e municípios. Elaborado pelo autor. Dados: RS, 2002. Base cartográfica: IBGE.

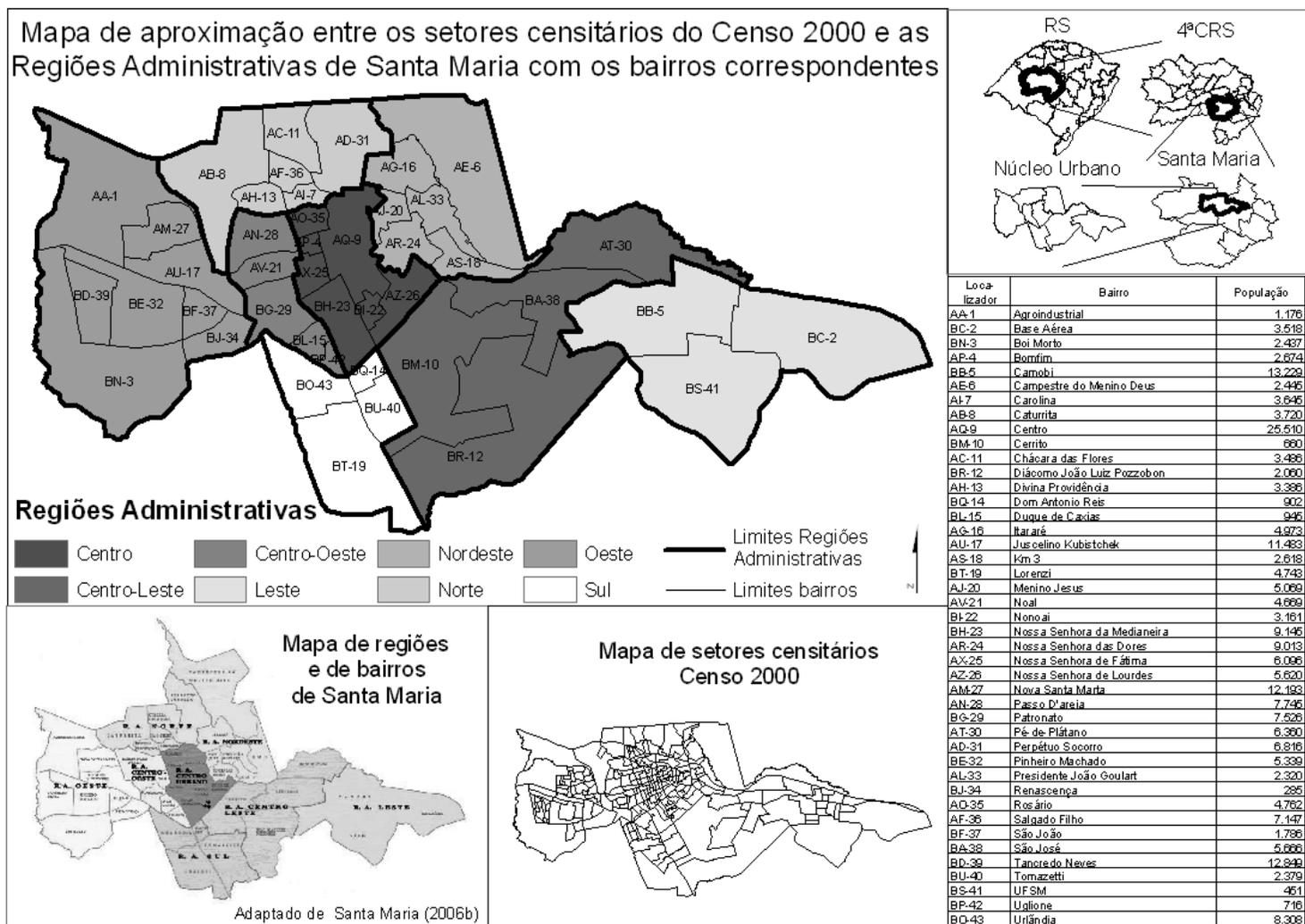


Figura 10 - Mapa de aproximação entre os setores censitários do Censo 2000 e as Regiões administrativas de Santa Maria com os bairros correspondentes.

Elaborado pelo autor (2010) Fonte da base cartográfica e dos dados demográficos: IBGE. O mapa produzido não possui representação de escala, pois esta informação não constava na base fornecida pelo IBGE.

A 4ª CRS (Figura 9), juntamente com a 10ª CRS, compõe a Macrorregião Centro-Oeste. Embora as macrorregiões de saúde sejam semelhantes às sete mesorregiões geográficas definidas pelo IBGE, existem várias diferenças na distribuição dos municípios, pois para o PDR, além dos critérios demográficos, foram considerados critérios como complexidade do atendimento, capacidade instalada e acesso da população, entre outros.

Para a escala local, levou-se em conta a lei complementar nº 042, de 29 de dezembro de 2006 (SANTA MARIA, 2006), que definiu a nova distribuição de regiões e de bairros do município de Santa Maria (a última alteração data de 1986), passando a cidade a ter oito RA e 41 bairros (a UFSM e a Base Aérea não são consideradas bairros).

Como não existe uma base cartográfica municipal georreferenciada atualizada da distribuição de RA e de bairros (QUESADA, 2009), para relacionar a localização dos casos por setor censitário com o novo desenho dos bairros, tornou-se necessário realizar uma aproximação entre essas duas unidades de agregação. Na realização deste produto utilizou-se as ferramentas de mesclagem de polígonos do utilitário de geoprocessamento Arcgis (Versão 9.2). Os 244 setores foram, um a um, classificados por região e por bairro, de acordo com o novo mapa da cidade (SANTA MARIA, 2006b). Para fins de simplificação do processo, optou-se pela mesclagem apenas das arestas internas dos polígonos, realizando a melhor aproximação possível aos limites dos bairros, sem truncar nenhum setor censitário (Figura 10).

Em virtude do padrão estadual de transmissão da leptospirose encontrado na fundamentação teórica, para a correlação entre as ocorrências regionais da patologia com variáveis demográficas, antrópicas e geográficas, foram utilizados apenas os casos rurais (campo número 66 da ficha de investigação igual a 2) ³⁰. Além disso, optou-se por variáveis de abrangência regional e relacionadas com a área rural:

³⁰ Existem instrumentos de coleta padronizados e pré-numerados, específicos para cada agravo do SINAN. Uma Ficha de Notificação - FIN inclui dados sobre a identificação e a localização do estabelecimento notificante, identificação, características socioeconômicas e local da residência do paciente e identificação do agravo notificado, enquanto que uma Ficha de Investigação Individual - FII, além dos dados da notificação, contém dados referentes aos antecedentes epidemiológicos, dados clínicos e laboratoriais específicos de cada agravo (SOUZA et al, 2009). Todas as fichas de investigação do SINAN, bem como os instrucionais de preenchimento, notas técnicas e dicionários de dados (metadados) podem ser encontrados em www.saude.gov.br/sinanweb.

- Área total de produção agrícola (em hectares plantados), estratificada por tipo de grão (arroz, feijão, milho, soja e trigo);
- rebanho total de produção pecuária (em cabeças), estratificada por rebanho (bovino, gado leiteiro, equino, suíno e ovino);
- densidade demográfica rural;
- altitude da sede municipal.

As informações sobre a produção agrícola e pecuária foram retiradas do portal IBGE Cidades@ (IBGE, 2009), considerando apenas as culturas e os rebanhos com representação acima de 1% na produção total.

Para o cálculo da variável demográfica densidade demográfica rural, utilizou-se a informação estratificada da população urbana e rural fornecida pelo Censo 2000 e a área realmente urbanizada dos municípios retirada do mapeamento e da estimativa da área urbanizada do Brasil com base em imagens orbitais e modelos estatísticos, produzido pela EMBRAPA³¹. Esse mesmo produto informou a variável geográfica altitude da sede dos municípios.

Para as comparações geográficas no âmbito local, utilizou-se os casos onde a área do provável local de infecção era urbana (campo número 66 da ficha de investigação igual a 1) com ambiente domiciliar (campo número 67 da ficha de investigação igual a 1) de forma que os dados de localização de cada caso (logradouro, número e bairro) pudessem ser utilizados para sua localização espacial.

Neste trabalho foram utilizados os 63 casos localizados no núcleo urbano da sede, desconsiderando-se os 17 casos ocorridos em áreas urbanizadas dos distritos rurais. Como não houve a possibilidade de acessar em tempo hábil o cadastro de segmentos de logradouros do IBGE, a localização dos casos foi levada a termo sobre uma base cartográfica digital do arruamento de Santa Maria, produzida e fornecida pelo LabGe e sobreposta por um plano contendo a grade de setores censitários, utilizada no Censo 2000.

Apenas 16 notificações foram localizáveis, por meio da pesquisa por nome do logradouro, diretamente sobre a base digital. Os casos restantes necessitaram de

³¹ Segundo Miranda (2005), como no Brasil cabe aos prefeitos definir qual é a área urbana dos municípios, há uma tendência em ampliação da área declarada, aumentando a arrecadação de IPTU - Imposto sobre Propriedade Territorial e Urbana, e valorizando o mercado imobiliário. Embora mais de 80% da população brasileira resida em áreas urbanas, a área urbanizada no Brasil, ou seja, ocupada por habitantes, com prédios residenciais e comerciais, é de apenas 22 mil quilômetros quadrados, isto é, menos de 0,5% do território nacional (essa proporção para a 4ªCRS é de 0,32%, sendo de 0,61% para o estado).

verificação *in loco* por constarem em logradouros muito longos que abrangiam vários setores censitários ou por constarem em logradouros que dividiam dois ou mais setores.

Dessa forma foi possível associar cada caso ao setor censitário de ocorrência, configurando a menor unidade de agregação deste trabalho, e correlacioná-los com as variáveis socioeconômicas do Censo 2000. A Figura 11 ilustra a composição das variáveis retiradas do Censo 2000.

Nome	Descrição	Variável Censo 2000	Planilha Censo 2000
Dom	Número de domicílios particulares. Total de domicílios permanentes e improvisados.	V0002	Domicilio_UF.xls
DomPer	Número de domicílios particulares permanentes. Domicílios construídos para servirem exclusivamente à habitação e, na data de referência, tinha a finalidade de servir de moradia a uma ou mais pessoas.	V0003	Domicilio_UF.xls
DomImp	Número de domicílios improvisados. Domicílio localizado em unidade não-residencial (loja, fábrica, etc.) que não tinha dependências destinadas exclusivamente à moradia, mas que, na data de referência, estava ocupado por morador. Os prédios em construção, vagões de trem, carroças, tendas, barracas, grutas, etc. que estavam servindo de moradia na data de referência, também, foram considerados como domicílios particulares improvisados.	V0004	Domicilio_UF.xls
DomAg	Número de domicílios não ligados à rede geral de abastecimento. Domicílios com abastecimento de água de poço, nascente ou servido de água de reservatório (ou caixa), abastecido com água das chuvas, por carro-pipa ou, ainda, por poço ou nascente localizados fora do terreno ou da propriedade onde estava construído de forma não canalizada.	V0021 e V0025	Domicilio_UF.xls
DomSan	Número de domicílios com banheiro ou sanitário com esgotamento sanitário irregular ou sem banheiro ou sanitário. O IBGE considerou como sanitário o local limitado por paredes de qualquer material, coberto ou não por um teto, que dispunha de aparelho sanitário ou buraco para dejeções. Foram considerados os domicílios sem banheiro ou sanitário e àqueles com banheiro ou sanitário, mas sem ligação à rede geral de esgoto ou pluvial ou sem ligação a uma fossa séptica regular (com processo de tratamento ou decantação), ou seja, os domicílios com banheiro ou sanitário desaguando em: - Fossa rudimentar (fossa negra, poço, buraco, etc.); - Vala a céu aberto; - Diretamente a um rio, lago ou outro escoadouro.	V0032 a V0036	Domicilio_UF.xls
DomLix	Número de domicílios com destinação irregular para o lixo. Domicílios não servidos por coleta regular de lixo e onde o lixo era queimado ou enterrado no próprio terreno ou jogado em terreno baldio, logradouro público, rio, lago ou outro destino.	V0051 a V0055	Domicilio_UF.xls
Pes	Número de pessoas residentes. População residente no setor.	V0237	Morador_UF.xls
PesAna	Número de pessoas não alfabetizadas com 15 ou mais anos de idade. O IBGE considerou como alfabetizada a pessoa capaz de ler e escrever um bilhete simples no idioma que conhecia. Aquela que aprendeu a ler e escrever, mas esqueceu e a que apenas assinava o próprio nome foi considerada analfabeta.	V2352 a V2433	Instrucao1_UF.xls

Figura 11 – Quadro de variáveis socioeconômicas extraídas do Censo 2000.

Fonte: Censo 2000 – IBGE.

Com essas informações, calcularam-se as seguintes variáveis para correlação com os casos de leptospirose:

$$1. \text{ Proporção de domicílios improvisados} = \frac{\text{Domimp}}{\text{Dom}} \times 100$$

2. Proporção de domicílios não ligados à rede de abastecimento de água

$$= \frac{DomAg}{DomPer} \times 100$$

3. Proporção de domicílios sem banheiro ou com esgotamento sanitário

$$irregular = \frac{DomSan}{DomPer} \times 100$$

4. Proporção de domicílios com descarte irregular para o lixo =

$$\frac{DomLix}{DomPer} \times 100$$

5. Proporção de pessoas não alfabetizadas = $\frac{PesAna}{Pes} \times 100$

6. Densidade demográfica = $\frac{Pes}{Área}$, sendo a área em Km² obtida por meio

da área de cada polígono representativo dos setores censitários.

A variável baixa renda não foi utilizada, pois estudos da Fundação Getúlio Vargas - FGV demonstram que a renda apresenta uma grande associação (correlação) com a variável escolaridade (FGV, 2005) e como a escolaridade tem se mostrado mais importante para explicar a presença ou ausência de doenças infecciosas em áreas e populações (FONSECA, et al, 2000), optou-se pela utilização apenas da proporção de pessoas não alfabetizadas. Além disso, a documentação do Censo 2000 (IBGE, 2003) refere que as informações sobre rendimento sofreram até 43% de omissão.

Nas comparações de séries cronológicas, embora o estudo de Barcellos et al (2003) tenha mostrado baixa sazonalidade nas ocorrências gaúchas de leptospirose, para os casos urbanos de Santa Maria, esperou-se um comportamento mais sensível às chuvas. Para essa averiguação, a pluviosidade média mensal do período de 1999 a 2006 foi obtida por meio da estação de leitura SANTA MARIA-A803 do INMET.

Como elevações do índice pluviométrico não necessariamente ocasionam cheias nos rios e como não foi possível acessar em tempo hábil as informações da Defesa Civil a respeito de enchentes no município, buscou-se acessar as cotas (níveis d'água médios mensais de um ponto do rio) para os cursos de água que drenam a cidade.

Os bolsões de pobreza da cidade são drenados principalmente pelo Arroio Cadena, de sentido leste-oeste, com inflexão sul, que é afluente do Arroio Arenal que, por sua vez, deságua no Rio Vacacaí. A porção norte do município é servida pelas nascentes do Rio Vacacaí-Mirim, que, juntamente com o Rio Vacacaí, formam o Rio Jacuí.

Para a obtenção das cotas, foram selecionadas as estações fluviométricas da ANA que continham dados para o período e que estavam próximas o suficiente para detectar elevações de cotas que influenciariam a área urbana do município de Santa Maria. Foram encontradas, no endereço eletrônico do Sistema de Informações Hidrológicas (HIDROWEB, 2010), 44 estações para o Rio Jacuí, três para o Rio Vacacaí e duas para o Rio Vacacaí-Mirim, mas apenas uma estação de cada bacia obedecia às condições estabelecidas:

- Estação 85400000 – Rio Jacuí - Dona Francisca
- Estação 85600000 - Rio Vacacaí - Formigueiro - Passo das Tunas
- Estação 85438000 – Rio Vacacaí-Mirim - Restinga Seca

Como existem períodos de lacunas nas leituras, utilizou-se a média das cotas das três bacias.

Os valores referentes às variáveis temperatura média e umidade relativa do ar, implicadas na sobrevivência do agente³², foram obtidos por meio da Estação Experimental Meteorológica do Setor de Climatologia Agrícola do Departamento de Fitotecnia da UFSM. Os dados disponíveis referem-se ao período de 1999 a 2002.

Considerando-se a análise estatística, para o recorte regional, bem como para o nível de agregação setor censitário, no recorte local, em virtude das grandes diferenças de incidência entre as unidades de análise e do grande número de unidades sem nenhuma ocorrência (zeros), optou-se por descartar a regressão linear, de modo que os casos não foram considerados na sua quantidade, mas sim quanto à ocorrência ou não do evento, ou seja, um desfecho dicotômico (BARROS E HIRAKATA, 2003).

Como a regressão logística apresenta distorção no valor de *Odds Ratio* para valores com prevalências superiores a 10%, utilizou-se o Modelo de Regressão de Poisson com variância robusta que não superestima as medidas de associação. Segundo Barros e Hirakata (2003), a regressão de Poisson com variância robusta

³² As leptospirosas são viáveis por mais tempo em climas quentes e úmidos (LEVETT, 2001; SAMBASIVA e NAVEEN, 2003).

provê estimativas mais corretas e uma alternativa melhor do que a regressão logística para a análise de estudos transversais com desfechos dicotômicos. Além do mais, a razão de prevalências é de interpretação e compreensão mais fácil para não especialistas do que a *Odds Ratio*.

Para os níveis de agregação bairro e RA, devido à ocorrência de casos em quase todas as unidades de agregação, utilizou-se a regressão linear múltipla.

As variáveis de maior significância ($p < 0,20$) foram selecionadas por meio de análise univariada no método de *forward*³³ e testadas com um modelo de análise múltipla ($p < 0,05$), dentro do aplicativo Stata, versão 9.0.

Considerou-se a razão de prevalências como medida de efeito para a regressão de Poisson e o coeficiente angular para a regressão linear. Em ambas, adotou-se um erro α de 95% para o cálculo do intervalo de confiança. Para verificar a significância da variável no modelo, foi utilizado o teste de Wald que utiliza a distribuição Qui-quadrado para a regressão de Poisson e o teste t de Student para a regressão linear.

Assume-se como hipótese nula que as variáveis preditivas eleitas não sejam explicativas das diferenças nas ocorrências de casos de leptospirose entre as áreas e níveis de agregação estudados.

³³ Procedimento de adição de variáveis nos processos de tentativa e erro para encontrar as melhores estimativas de regressão (HAIR et al, 2005).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Estudo de série de casos

É crescente o interesse sobre a avaliação da qualidade da informação em saúde no Brasil assim como sobre a importância da informação para o planejamento e gestão de recursos e, também, para fundamentar decisões sobre medidas de promoção e de proteção da saúde, de prevenção e de controle de doenças individuais e comunitárias (OLIVEIRA et al, 2009). Em estudo da qualidade de preenchimento dos dados do Sistema de Informações de Nascidos Vivos - SINASC, os estados da região sul apresentaram excelentes níveis de completitude e consistência (ROMERO e CUNHA, 2002).

A completitude do preenchimento das fichas de investigação epidemiológica de leptospirose nos 32 municípios da 4ªCRS, entre 1999 e 2006, recebeu classificação que variou entre “regular” (de 70% a 89% de completitude) e “excelente” (90% ou mais), para a maioria dos campos avaliados. Os piores resultados foram encontrados nos grupos “Dados de laboratório” e “Conclusão”.

A Figura 12 apresenta os percentuais de completitude para cada variável analisada e a Figura 13 mostra a padronização dos escores brutos, obtidos com a soma dos percentuais de completitude de todas as variáveis de cada ano. No período de 1999 a 2001, levando-se em conta a média dos valores, dos 65 campos considerados, 35 (53,85%) tiveram um percentual de preenchimento correto acima de 70%, sendo que 17 (26,15%) tiveram uma completitude superior a 90%. No período de 2002 a 2006, 53 (81,54%) dos 65 campos apresentaram valores acima de 70%, com 46 (70,77%) campos com completitude superior a 90%.

O período de 2002 a 2006 apresentou um desempenho melhor em 47 dos campos considerados em relação ao período anterior, apresentando um desempenho pior em apenas nove campos, na sua maioria campos com péssima qualidade de anotação em ambos os períodos. Além disso, dos registros sem nenhum vínculo clínico e epidemiológico³⁴, 10,13% (44) ocorreram de 1999 a 2001 enquanto apenas 1,15% (5) ocorreram de 2002 a 2006.

Segundo Romero e Cunha (2002):

(...) o grau de completude dos dados de notificação pode sofrer influência dos serviços de diagnóstico disponíveis, das medidas de controle em funcionamento e dos interesses, recursos, e prioridades das autoridades responsáveis pelo controle da doença e pela vigilância em saúde pública.

Informações colhidas junto à 4ªCRS confirmam que 2004 foi o único período em que não houve suprimento irregular de insumos para o Laboratório Central do Estado - LACEN, justamente o ano que apresentou o melhor desempenho geral no período. Esforços de gestão devem ser envidados nesse sentido, para que o banco de dados do SINAN possa fornecer, de forma consistente, importantes dados de pesquisa no que diz respeito à sorologia do agente etiológico. O mesmo é válido, no que diz respeito ao fortalecimento dos serviços de vigilância em saúde, em todos os âmbitos de gestão.

A avaliação da completude dos campos, além de subsidiar uma descrição mais consistente das variáveis, também dividiu o banco de dados em dois períodos, 1999 a 2001 e 2002 a 2006. Igualmente, a Figura 13 mostra uma ascendência da qualidade da anotação dos dados com pico em 2004 e com o período de 1999 a 2001 ficando abaixo da média dos demais anos.

Corroboram esta “divisão de águas” o período de implantação do SINAN (a partir de 1999) e o grande número de notificações (1999-2001), feitas pelo Departamento de Microbiologia - UFSM e lançadas no sistema pelos serviços de vigilância sem detalhamento dos casos³⁵. Dois fatores que, a partir de 2007, provavelmente irão impactar na qualidade dos dados e que podem ser tema de estudos futuros são os problemas de implantação da versão Net do SINAN (negativamente) e a criação dos Núcleos de Vigilância Epidemiológica Hospitalares – NVEH no estado (positivamente).

³⁴ Os 13 campos de “Sinais e sintomas” e os 10 de “Situação de risco ocorrida nos 25 dias que antecederam os primeiros sintomas” preenchidos com ignorado (valor 9) em branco ou nulo.

³⁵ Gerando dez vezes mais casos sem nenhum vínculo clínico e epidemiológico neste período.

Grupo	Campo	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006		
Dados gerais	Data da notificação	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00		
	Município de notificação	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00		
	Unidade de saúde	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00		
Dados do caso	Data dos primeiros sintomas	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00		
	Nome do paciente	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00		
	Data de nascimento	83,87	78,95	90,22	97,50	96,72	100,00	96,97	98,04		
	Idade	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00		
	Sexo	100,00	99,12	98,91	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00		
	Raça/cor	0,00	0,00	6,52	95,00	67,21	91,67	100,00	88,24		
	Escolaridade	87,10	93,86	86,96	67,50	65,57	91,67	93,94	92,16		
	Nome da mãe	0,00	0,00	1,09	57,50	60,66	91,67	93,94	92,16		
Dados resi-dênci	Logradouro	90,32	100,00	98,91	100,00	93,44	100,00	96,97	92,16		
	Número	0,00	0,00	5,43	37,50	47,54	83,33	66,67	62,75		
	Município de resi-	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00		
Antecedentes epidemiológicos	Data da investigação	100,00	100,00	96,74	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00		
	Ocupação	Ocupação	64,52	77,19	58,70	52,50	68,85	91,67	81,82	88,24	
		Lavoura	32,26	70,18	51,09	82,50	90,16	100,00	100,00	98,04	
	Situação de risco	Lixo	9,68	64,04	48,91	82,50	91,80	91,67	100,00	98,04	
		Limpeza de caixa d'água	3,23	58,77	46,74	82,50	91,80	91,67	100,00	98,04	
		Água e/ou lama de enchente	16,13	67,54	51,09	82,50	91,80	100,00	100,00	98,04	
		Água rio, córrego, lago, etc.	25,81	64,91	50,00	82,50	91,80	100,00	100,00	98,04	
		Fossa, esgoto	9,68	63,16	48,91	82,50	91,80	91,67	100,00	98,04	
		Criação de animais	25,81	68,42	51,09	82,50	93,44	100,00	100,00	98,04	
		Carcça de animais	6,45	59,65	48,91	82,50	91,80	100,00	100,00	98,04	
	Contato direto com roedores	0,00	0,00	1,09	82,50	91,80	100,00	100,00	98,04		
	CAL	Casos Humanos	12,90	42,11	10,87	7,50	18,03	25,00	12,12	15,69	
		Casos Animais	0,00	2,63	3,26	0,00	6,56	0,00	3,03	15,69	
	Dados clínicos	Data do Atendimento	0,00	0,00	1,09	97,50	96,72	100,00	96,97	98,04	
		Sinais e Sintomas	Febre	70,97	92,11	70,65	92,50	95,08	100,00	96,97	98,04
			Icterícia	64,52	91,23	70,65	85,00	95,08	100,00	96,97	98,04
			Insuficiência renal	54,84	87,72	69,57	85,00	90,16	100,00	96,97	96,08
Meningismo			61,29	89,47	69,57	82,50	90,16	100,00	96,97	96,08	
Cefaléia			70,97	91,23	70,65	90,00	95,08	100,00	96,97	100,00	
Congestão conjuntival			61,29	90,35	69,57	85,00	90,16	100,00	96,97	98,04	
Diarréia			67,74	91,23	70,65	85,00	93,44	100,00	93,94	98,04	
Alterações respiratórias			70,97	91,23	70,65	85,00	93,44	100,00	90,91	98,04	
Mialgias			67,74	89,47	69,57	87,50	95,08	100,00	96,97	98,04	
Náusea e/ou vômito			70,97	92,11	70,65	85,00	93,44	100,00	96,97	98,04	
Hemorragia			67,74	89,47	70,65	82,50	93,44	100,00	96,97	98,04	
Alterações cardíacas			61,29	90,35	69,57	85,00	93,44	100,00	96,97	96,08	
Atendimento			Ocorreu hospitalização	70,97	83,33	45,65	85,00	98,36	100,00	96,97	98,04
			Data da internação	100,00	93,10	83,33	95,24	96,55	100,00	100,00	100,00
	Data da alta		66,67	82,76	53,33	76,19	55,17	83,33	73,68	58,33	
	Município do hospital	100,00	96,55	93,33	100,00	93,10	100,00	100,00	100,00		
Dados do laboratório	Nome do hospital	91,67	96,55	93,33	61,90	79,31	100,00	89,47	83,33		
	Soroaglutinação	67,74	98,25	89,13	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00		
	Município do laboratório	0,00	0,00	5,43	85,00	100,00	91,67	100,00	100,00		
	Nome do laboratório	0,00	0,00	1,09	82,50	98,36	33,33	27,27	35,29		
	Macro	51,61	60,53	98,91	100,00	100,00	91,67	100,00	100,00		
	Data da coleta	54,84	64,04	97,83	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00		
	Micro	61,29	50,88	13,04	92,50	100,00	91,67	100,00	96,08		
	Data da 1ª amostra	58,06	73,68	55,43	40,00	0,00	0,00	0,00	3,92		
	Resultado	64,44	21,17	2,10	0,21	0,00	0,00	0,00	0,30		
	Data da 2ª amostra	3,23	21,93	33,70	0,00	0,00	8,33	48,48	25,49		
Conclusão	Resultado	12,90	12,28	4,35	0,00	0,00	0,00	0,00	1,96		
	Classificação final	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00		
	Critério de confirmação	Critério de confirmação	100,00	100,00	95,65	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
		Município	0,00	0,00	1,09	82,50	100,00	100,00	93,94	92,16	
	CLPI/LPF	Bairro	0,00	0,00	1,09	17,50	0,00	0,00	0,00	47,06	
		Área	41,94	81,58	48,91	67,50	90,16	100,00	87,88	94,12	
	CLPI	Ambiente	38,71	87,72	48,91	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
		Doença relacionada trabalho	0,00	0,00	1,09	20,00	67,21	91,67	54,55	66,67	
		Evolução do caso	93,55	64,04	60,87	25,00	37,70	58,33	42,42	49,02	
		Data do óbito	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	
Data do encerramento	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00			

Figura 12 – Quadro do percentual anual de campos preenchidos corretamente nas fichas de investigação epidemiológica de casos confirmados de leptospirose na 4ª Coordenadoria Regional de Saúde do Rio Grande do Sul, de 1999 a 2006.

Fonte: Dados do SINAN (4ªCRS). CAL - Casos Anteriores de Leptospirose no Provável Local de Infecção; LPFI - Local Provável da Fonte de Infecção; CLPI - Característica do Local Provável de Infecção.

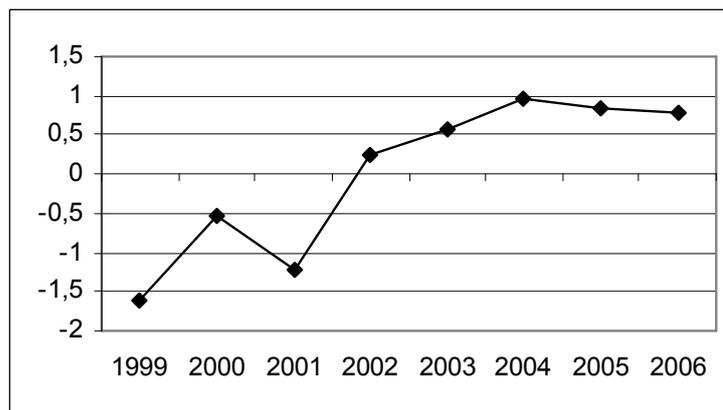


Figura 13 – Escores padronizados de completitude por período, 1999-2006.

Fonte: Dados do SINAN (4^aCRS). Foram padronizadas as somas, em cada ano, dos percentuais de completitude dos 65 campos avaliados.

Por outro lado, vencida a etapa de implantação da versão Net, espera-se que a qualidade dos dados melhore em função de rotinas mais avançadas de validação de entrada de dados, já que, nos campos de identificação do caso e da unidade notificadora, obrigatórios para entrada de novas notificações na versão DOS[©] do SINAN, constatou-se percentuais de 100% de completitude.

Os 32 municípios da 4^aCRS contabilizaram 3.959 notificações e 434 casos confirmados³⁶ no período de 1999 a 2006, distribuídos por unidade de notificação, conforme a Tabela 1. Das notificações, 3.066 (77,44%) foram realizadas em unidades do município polo de Santa Maria (polo da 4^aCRS, que centraliza a formação em saúde e o atendimento terciário à saúde para todos os municípios da região) e que contabilizou 233 (53,69%) casos confirmados, o que suscita uma comparação estadual entre municípios polo e não polo de CRS para averiguar se existem fatores não ligados à incidência, mas à notificação (concentração de serviços de saúde).

As unidades de vigilância municipal e as unidades de atenção primária à saúde apresentaram o maior número de notificações e de casos confirmados, o que é compatível com os dados da literatura que apontam a maioria dos casos como leves e assintomáticos (BRASIL, 2005; BHARTI et al, 2003). Mesmo a implantação do NVEH no HUSM, apesar de incrementar muito o número total de notificação de agravos, não aumentou o número de notificações hospitalares de leptospirose.

³⁶ Mais de 90% dos casos ocorreram em apenas 10 municípios.

Tabela 1 – Totais de notificações e de confirmações por unidade notificadora e da proporção anual de confirmação/notificação de casos de leptospirose na 4ª Coordenadoria Regional de Saúde do Rio Grande do Sul, de 1999 a 2006.

Unidade notificadora	1999		2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006		Totais	
	N	C	N	C	N	C	N	C	N	C	N	C	N	C	N	C	N	C
Vigilância municipal	2	--	249	46	234	33	257	8	642	29	315	4	276	12	47	10	2.022	142
Unidades de nível primário	4	4	95	27	225	30	112	20	96	19	167	6	58	9	70	11	827	126
Hospitais e ambulatórios de nível secundário	16	5	186	27	140	17	75	6	46	5	44	1	46	6	46	7	599	74
Hospitais de nível terciário	--	--	31	14	66	11	29	5	52	8	49	1	36	5	29	7	292	51
Laboratórios de análises clínicas	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	36	1	142	16	178	17
Em branco	23	22	1	--	1	1	9	1	1	--	--	--	4	1	2	--	41	24
Totais	45	31	562	114	666	92	482	40	837	61	575	12	456	33	336	51	3.959	434
Proporção confirmação/notificação (%)	68,89		20,28		13,81		8,30		7,29		2,09		7,24		15,18		10,96	

Fonte: Dados do SINAN (4ªCRS). N = notificação; C = confirmação.

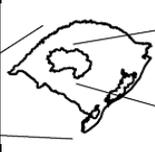
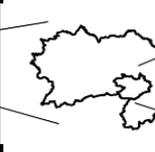
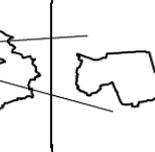
Nível	Brasil	RS	4ªCRS	Santa Maria	Núcleo urbano
População média	175.810.768	10.476.612	564.842	254.059	245.947
Casos	26.290	4.278	434	233	77
Óbitos	2.515	236	14	11	4
Incidência média	1,80	5,17	9,81	11,61	6,35
Letalidade acumulada	9,57	5,52	3,23	4,72	5,19
Localização					

Figura 14 – Comparação entre população média, valores absolutos de casos e óbitos, incidência média (por 10⁵ habitantes) e letalidade acumulada (%) de leptospirose por nível geográfico no período de 1999 a 2006.

Fonte: Dados do SINAN (4ª – CRS) e do SIM (DATASUS).

As diferenças de incidência entre o estado e o país, demonstradas na Figura 14, provavelmente estão ligadas ao fato da leptospirose não ter um padrão sazonal no estado. Já as diferenças entre a regional e o estado estão ligadas aos fatores de relevo, hidrografia e uso do solo, pois a regional situa-se na depressão central, onde fica a bacia do Rio Jacuí e onde se concentra a atividade agrícola arrozeira, todos fatores apontados por Barcellos et al (2003) como significativos na ocorrência de casos.

Na comparação entre “Data de atendimento” e “Data dos primeiros sintomas”, foram considerados os anos de 2002 a 2006, descartando-se os dados onde a data de atendimento estava em branco ou era menor do que a data dos primeiros sintomas (n=197-19=178). Na diferença em dias entre as duas datas, obteve-se uma moda de três dias (n=33), com mínimo de zero e máximo de 246 dias. Zero, um e dois dias tiveram um n de 20, 17 e 20, respectivamente.

Portanto, a menor letalidade do estado em relação ao país (Figura 14) pode estar ligada a um maior acesso aos serviços de saúde e ao fato do estado albergar em menor proporção os agravos que podem ser confundidos com a leptospirose, como dengue, febre amarela, malária, febre tifóide e riquetsioses (BRASIL, 2005).

Ocorreram 158 internações (36,40% dos casos) por leptospirose no SINAN, contra 273 do SIH (62,90% dos casos) para o mesmo período (DATASUS, 2007). Dos dados do SINAN, apenas 85 casos (19,58%) apresentavam data de internação anotada, com moda de três, mínimo de zero e máximo de 66 dias a partir da data dos primeiros sintomas. Somente 56 (13,36%) dos casos continham data de alta com moda de quatro, mínimo de zero e máximo de 24 dias de internação.

O SIH possui uma cobertura bastante extensa (todas as internações financiadas com recursos estatais) e centraliza de 70% a 80% das internações ocorridas no país (DRUMOND et al, 2006) e, segundo Jorge et al (2009), a partir do ano de 2000 o SIM notificou mais óbitos do que o registro civil.

A disparidade entre os dados do SINAN e do SIH, no que diz respeito ao número de internações, a princípio evidenciando subnotificação hospitalar, deve ser analisada com cuidado, pois internações por leptospirose pagam mais do que muitos procedimentos, o que pode gerar, na realidade, supernotificação. Apesar de fornecer diversos indicadores de morbidade, o SIH é um sistema de faturamento, fazendo com que esses erros de informação, mesmo que detectados, não possam ser corrigidos, pois uma fatura é um documento que não permite alterações.

A questão da subnotificação tem que ser levantada no que diz respeito às diferenças entre SINAN e SIM, já que vários trabalhos apontam para a superioridade do segundo em relação ao primeiro, no que diz respeito à anotação de óbitos (FAÇANHA, 2005; GONÇALVES et al, 2008).

Existem diferenças entre os bancos de dados regional e estadual, pois enquanto o primeiro registra 434 casos no período de 1999 a 2006, o segundo computa 451 casos. Espera-se que essas diferenças, provavelmente, na fase de transmissão dos dados, sejam suprimidas na nova versão Net do SINAN. Jorge et al (2009), também apontam para a necessidade de integração entre os diversos sistemas de informação do SUS.

A distribuição anual dos 434 casos ocorridos no período está ilustrada na Figura 15, assim como a Figura 16 mostra a mesma informação para o Estado. Há uma polêmica local sobre a possibilidade de supernotificação de casos no período

de 2000 a 2001, pela utilização de critérios laboratoriais não padronizados, mas a curva anual de casos regionais e estaduais é semelhante. Porém, talvez a alta proporção de casos confirmados em relação aos notificados, no ano de 2000, possa suscitar algum indício de supernotificação (Tabela 1).

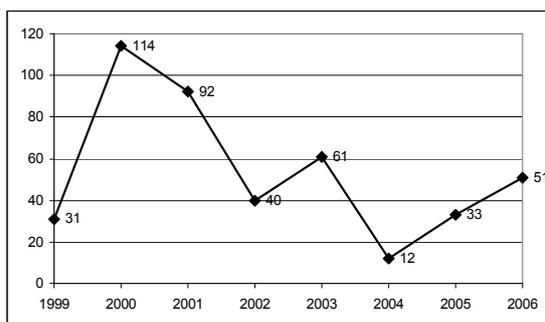


Figura 15 – Distribuição anual de casos de leptospirose na 4ª Coordenadoria Regional de Saúde do Rio Grande do Sul.
Fonte: Dados do SINAN (4ªCRS).

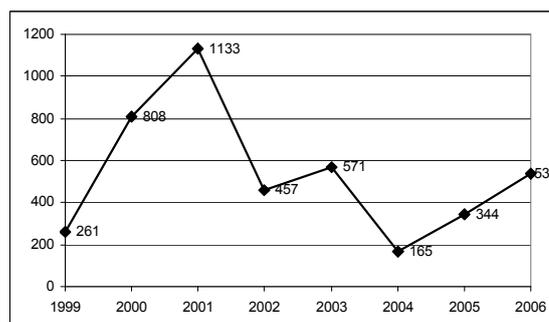


Figura 16 - Distribuição anual de casos de leptospirose no estado do Rio Grande do Sul, RS
Fonte: Dados do SINAN (DATASUS).

Conforme a Figura 17, os valores encontrados para a variável “cor ou raça” não apresentaram diferenças significativas em relação à PNAD e adultos de meia idade (51,84%), pessoas do sexo masculino (68,66%) e pessoas de baixa escolaridade (58,26%) foram os mais acometidos, seguindo a tendência indicada pela literatura (VIEIRA et al, 2006; CICERONI et al., 2000, FIGUEIREDO et al, 2001; NUNES, 2007; COSTA et al, 2001). Também de acordo com os trabalhos revisados (STOILOVA e POPIVANOVA, 1999; LEVETT, 2001; BARCELLOS et al, 2003), atividades ligadas à agropecuária (27,14%), e a atividades domésticas (12,38%) estiveram presentes na maioria dos casos. Além do mais, os percentuais de 55,84 e 45,18 estiveram envolvidos, respectivamente, com criação de animais e lavoura nos 25 dias que antecederam os primeiros sintomas. Cada ficha de notificação esteve associada, em média a duas situações de risco (faixa de zero a sete) e as três mais citadas foram “Criação de animais”, “Lavoura” e “Água de rio, córrego, lago, etc.” (Figura 18).

Variável	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Total	%	PNAD	%
1-4 anos de idade	1	6	2	--	--	--	1	1	11	2,53	699.593	6,37
5-9 anos de idade	3	8	5	--	1	--	2	1	20	4,61	898.236	8,18
10-14 anos de idade	1	6	8	3	4	1	2	7	32	7,37	967.015	8,80
15-19 anos de idade	1	14	13	3	7	2	4	8	52	11,98	892.953	8,13
20-34 anos de idade	10	23	22	8	14	3	8	16	104	23,96	2.535.428	23,08
35-49 anos de idade	9	37	23	10	19	3	7	13	121	27,88	2.384.334	21,71
50-64 anos de idade	6	16	17	13	13	3	6	4	78	17,97	1.658.572	15,10
65-79 anos de idade	--	3	2	3	3	--	3	1	15	3,46	330.115	3,01
mais de 79 anos de idade	--	1	--	--	--	--	--	--	1	0,23	617.814	5,62
Total	31	114	92	40	61	12	33	51	434	100,00	10.984.060	100,00
Sexo masculino	20	59	61	33	54	12	24	35	298	68,66	5.317.073	48,41
Sexo feminino	11	54	30	7	7		9	16	134	30,88	5.666.987	51,59
Sexo ignorado		1	1						2	0,46	--	--
Total	31	114	92	40	61	12	33	51	434	100,00	10.984.060	100,00
Cor ou raça branca	--	--	--	38	--	10	31	37	116	85,29	8.969.931	82,00
Cor ou raça parda	--	--	--	0	--	1	2	4	7	5,15	1.404.252	12,84
Cor ou raça preta	--	--	--	0	--	0	0	4	4	2,94	564.608	5,16
Cor ou raça ignorada	--	--	--	--	--	1	--	6	7	5,15	--	--
Cor ou raça em branco	--	--	--	2	--	--	--	--	2	1,47	--	--
Total	0	0	0	40	0	12	33	51	136	100,00	10.938.791	100,00
Escolaridade não aplicável	2	8	5	--	--	--	1	1	17	5,11	--	--
Nenhuma escolaridade	2	11	4	--	--	--	1	--	18	5,41	494.152	5,29
1 a 3 anos de estudo	--	--	1	--	--	--	3	3	7	2,10	1.071.745	11,47
4 a 7 anos de estudo	15	63	45	--	--	4	16	26	169	50,75	3.482.603	37,27
8 a 11 anos de estudo	5	20	17	--	--	5	7	13	67	20,12	3.184.125	34,08
12 ou mais anos de estudo	3	5	8	--	--	2	3	4	25	7,51	1.111.393	11,89
Escolaridade em branco		3	5	--	--	--	--	--	8	2,40	--	--
Escolaridade ignorada	4	4	7	--	--	1	2	4	22	6,61	--	--
Total	31	114	92	0	0	12	33	51	333	100,00	9.344.018	100,00
Ocupação em agropecuária	--	27	--	--	--	3	12	15	57	27,14	--	--
Ocupação em educação	--	26	--	--	--	2	5	15	48	22,86	--	--
Ocupação em branco	--	26	--	--	--	1	6	6	39	18,57	--	--
Ocupação do lar	--	17	--	--	--	--	5	4	26	12,38	--	--
Ocupação em comércio	--	9	--	--	--	2	1	2	14	6,67	--	--
Ocupação em limpeza	--	4	--	--	--	--	2	3	9	4,29	--	--
Outras ocupações	--	2	--	--	--	1	1	4	8	3,81	--	--
Ocupação em construção	--	2	--	--	--	2	--	--	4	1,90	--	--
Ocupação em indústria	--	1	--	--	--	--	--	1	2	0,95	--	--
Ocupação em saúde	--	--	--	--	--	--	--	1	1	0,48	--	--
Ocupação em transporte	--	--	--	--	--	--	1	--	1	0,48	--	--
Ocupação em veterinária	--	--	--	--	--	1	--	--	1	0,48	--	--
Total	0	114	0	0	0	12	33	51	210	100,00	--	--

Figura 17 – Quadro de variáveis socioeconômicas relativas aos casos de leptospirose na 4ª Coordenadoria Regional de Saúde do Rio Grande do Sul, de 1999 a 2006.

Fonte: Dados do SINAN (4ªCRS). Anos com total igual a zero correspondem a anos descartados em função da baixa completude da variável em questão. % = valor relativo; PNAD = Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios. A significância estatística, pelo Teste t de Student, das comparações entre os valores encontrados para os casos e os valores encontrados na PNAD para as variáveis idade, sexo, cor ou raça e escolaridade foi de, respectivamente, 0,001663; 0,020283; 0,305736 e 0,037457.

No que diz respeito ao ambiente, predominou o domicílio (124; 45,76%), seguido do trabalho (92; 33,95%). Ambiente de lazer computou apenas nove casos (3,32%), em oposição aos casos ocorridos em países desenvolvidos, onde a maioria das ocorrências está associada à recreação. O grande número de casos ligados ao domicílio abre a possibilidade de espacialização das ocorrências.

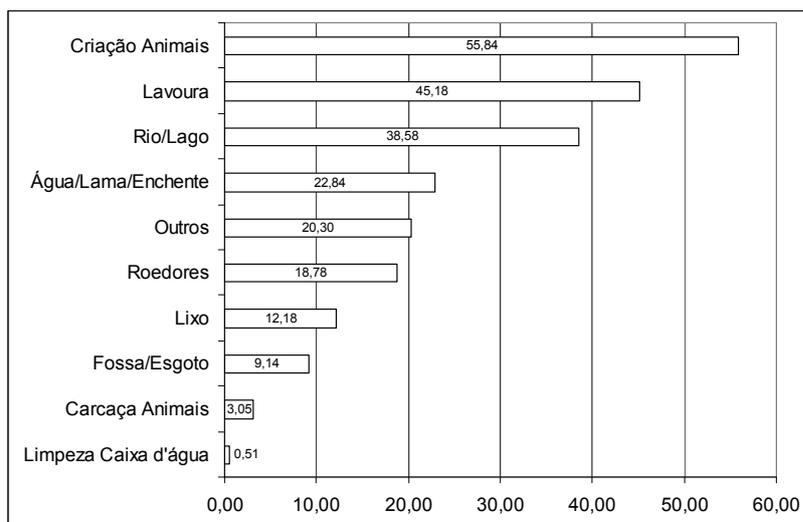


Figura 18 – Gráfico dos valores percentuais da ocorrência de situação de risco nos 25 dias que antecederam os primeiros sintomas nos casos de leptospirose da 4ª Coordenadoria Regional de Saúde do Rio Grande do Sul, de 1999 a 2006.

Fonte: Dados do SINAN (4ªCRS). Foram considerados, em razão da completude, os anos de 2002 a 2006 (n=197).

A sintomatologia seguiu os dados da literatura (BRASIL, 2005; LEVETT, 2001), pois a maioria dos casos (3/4) caracterizou-se como um quadro de febre indiferenciada, acompanhada de cefaléia e mialgia (Figura 19).

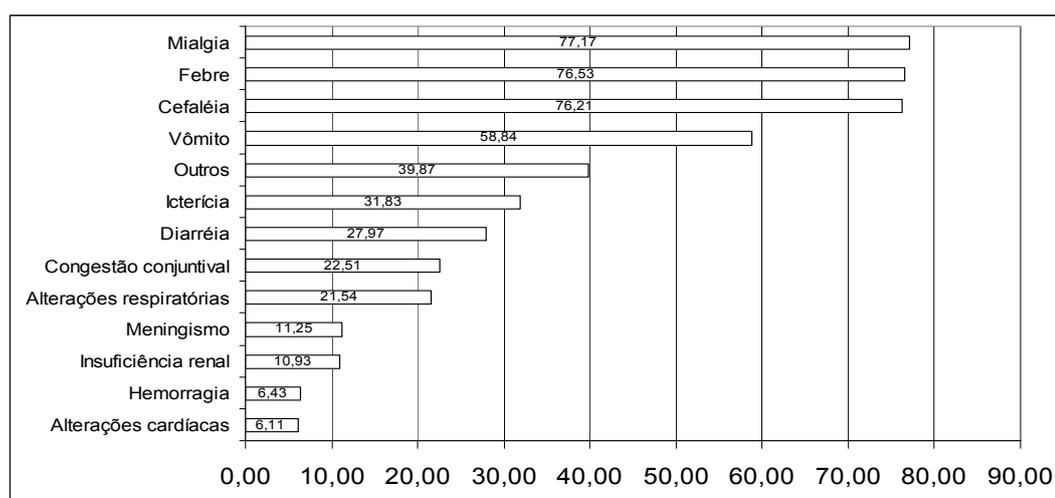


Figura 19 – Gráfico dos valores percentuais da ocorrência de sinais e sintomas nos casos de leptospirose da 4ª Coordenadoria Regional de Saúde do Rio Grande do Sul, de 1999 a 2006.

Fonte: Dados do SINAN (4ªCRS). Foram avaliados 311 casos confirmados, descartando-se os dados dos anos de 1999 e 2001 em função da baixa completude.

Por outro lado, de acordo com a Tabela 2, icterícia, mialgia e congestão conjuntival apresentaram as maiores diferenças entre casos notificados e confirmados, sugerindo a hipótese de que esta tríade possa ser utilizada na diferenciação diagnóstica, sendo que Recuero et al (2008), numa série de 63 casos de Santa Vitória do Palmar descreveram a congestão conjuntival como significativa nos casos confirmados.

Embora, icterícia e febre pareçam ser sintomas preditores da necessidade de internação (o que, no caso da icterícia, é confirmado por Ko et al (1999)), as diferenças entre as ocorrências de sinais e sintomas entre casos hospitalizados e não hospitalizados não foram significantes ($p < 0,172599$).

Segundo Panaphut et al (2002) e Ko et al (1999), a presença de oligúria, hipocalemia, estertores pulmonares ou hipotensão na admissão de pacientes com leptospirose indica alto risco de morte e cuidados intensivos, além de rápida intervenção, devem ser providenciados para pacientes que apresentem esses fatores de risco. Costa et al (2001) encontraram 76,2% de insuficiência renal nos óbitos de uma série hospitalar em Salvador.

Embora seja uma série pequena ($n=8$), os sintomas graves descritos acima foram constatados na maioria dos óbitos avaliados (Tabela 2). Um estudo maior poderia testar as hipóteses de previsão diagnóstica, de necessidade de internação e de risco letal, considerando, por exemplo, todos os casos (4.578) e óbitos (271), registrados no banco de dados estadual de 1999 a 2006.

Descartados, pela baixa completitude, os dados de 1999 e 2000, dos 289 casos de 2001 a 2006, 97,57% (282) tiveram resultado positivo para a soroaglutinação macroscópica, com cinco negativos e dois em branco, sendo que 94,81% (274) dos casos tiveram diagnóstico confirmado laboratorialmente, contra 3,80% (11) com confirmação por critérios clínicos.

No que diz respeito ao teste padrão-ouro, apenas 84 (19,35%) dos 434 casos constam com teste de microaglutinação realizado, mas desses, somente 51 (11,75%) para a 1ª amostra e 23 (5,30%) para a 2ª amostra tiveram anotação de resultado. Ademais, dos 51 exames realizados, somente 19 foram coletados dentro do período preconizado pelo Ministério da Saúde (entre sete e 60 dias do início dos sintomas) e dos 23 com coleta da 2ª amostra, apenas sete tiveram anotação da data da coleta.

Tabela 2 – Diferenças entre ocorrências de sinais e sintomas dos casos confirmados e descartados, hospitalizados e não hospitalizados e com desfecho de óbito e de cura nas notificações de leptospirose na 4ª Coordenadoria Regional de Saúde do Rio Grande do Sul, de 1999 a 2006.

Sinais e sintomas	C (n=311)			#%	H (n=116)			ÑH (n=168)			#%	Óbito (n=8)		Cura n=303		#%
	abs	%	%		abs	%	%	abs	%	%		abs	%	abs	%	
Alterações cardíacas	19	6,11	332	5,02	1,09	9	7,76	9	5,36	2,40	3	37,50	15	4,95	32,55	
Alterações respiratórias	67	21,54	1.677	14,25	7,30	38	32,76	27	16,07	16,69	4	50,00	62	20,46	29,54	
Cefaléia	237	76,21	257	69,55	6,65	91	78,45	134	79,76	-1,31	8	100,00	229	75,58	24,42	
Congestão conjuntival	70	22,51	1.260	9,84	12,67	32	27,59	35	20,83	6,75	1	12,50	69	22,77	-10,27	
Diarréia	87	27,97	372	22,75	5,22	30	25,86	53	31,55	-5,69	3	37,50	86	28,38	9,12	
Febre	238	76,53	107	71,28	5,25	108	93,10	118	70,24	22,87	7	87,50	231	76,24	11,26	
Hemorragia	20	6,43	1.816	1,72	4,71	15	12,93	4	2,38	10,55	4	50,00	15	4,95	45,05	
Ictericia	99	31,83	154	12,72	19,12	57	49,14	40	23,81	25,33	5	62,50	93	30,69	31,81	
Insuficiência Renal	34	10,93	1.861	4,10	6,83	22	18,97	11	6,55	12,42	4	50,00	29	9,57	40,43	
Meningismo	35	11,25	594	5,90	5,36	17	14,66	16	9,52	5,13	2	25,00	32	10,56	14,44	
Mialgia	240	77,17	45	64,23	12,94	92	79,31	137	81,55	-2,24	8	100,00	232	76,57	23,43	
Outros	124	39,87	998	38,22	1,65	45	38,79	71	42,26	-3,47	5	62,50	119	39,27	23,23	
Vômito	183	58,84	131	48,26	10,59	84	72,41	92	54,76	17,65	5	62,50	178	58,75	3,75	

Fonte: dados do SINAN (4ªCRS). Os anos de 1999 e 2001 foram descartados em função da baixa completude. A significância estatística das comparações entre as colunas C e D, H e ÑH, Óbito e Cura, pelo Teste t de Student foi de respectivamente 0,003030; 0,172599 e 0,000709. abs = valor absoluto; % = valor relativo; #% = diferença relativa; C = casos confirmados; D = casos descartados, H = casos hospitalizados; ÑH = casos não hospitalizados.

Chama a atenção a baixa especificidade e qualidade dos dados laboratoriais. A falta de insumos sofrida pelo LACEN em quase todo o período (exceto em 2004) fez com que o critério de confirmação laboratorial dos casos fosse baseado na reação de soroglutinação macroscópica (um teste de triagem), de mais a mais, das MAT realizadas poucas foram coletadas de forma adequada. Esses dados refletem a necessidade não apenas de aumento de recursos para o setor, como também incrementos na qualificação e, principalmente, no número de pessoas ligadas à vigilância epidemiológica.

4.2 Estudo ecológico

4.2.1 Estudo ecológico regional

Os resultados encontrados no estudo de série de casos, no que diz respeito à predominância de casos rurais sobre os urbanos foram mapeados pelos coeficientes de incidência. Considerando, em função da completude, os dados de 2000 e 2003

a 2006 (271 casos), a maioria das ocorrências aconteceu em área rural (131; 48,34%), com 96 casos (35,42%) em área urbana, 10 (3,69%) em área periurbana e 34 casos (12,55%) em branco ou ignorados. A incidência anual média por 10⁵ habitantes, estratificada por área rural e urbana, atingiu valores de 23,15 e 6,67 respectivamente.

Santa Maria foi o único município onde o número de casos urbanos sobrepujou o número de casos rurais, como pode ser visto na Figura 20. Silveira Martins e Dona Francisca foram os dois municípios que tiveram, além das maiores incidências urbanas e rurais, as maiores razões padronizadas de morbidade, com respectivamente 38,22 e 3,82 vezes mais casos urbanos e 9,02 e 6,86 vezes mais casos rurais do que o esperado. Muito embora, ambos os municípios tenham as menores populações da região e o erro padrão da razão padronizada de morbidade seja inversamente proporcional ao tamanho das populações de cada área de estudo (Carballo, 2005).

Os municípios da região caracterizam-se pela produção agropecuária. Na Figura 21, vê-se que a pecuária é dominada pelo gado bovino que representa mais de 75% do rebanho total da região, seguido pelo rebanho bovino com 14%. Fato semelhante acontece com a soja em relação à área plantada, representando 65% da produção total, seguida pelo arroz, com 15%.

Os mapas da Figura 20 confirmam os achados de Barcellos et al (2003) e as considerações de Faine (1982 *apud* LEVETT, 2001), no que diz respeito a uma maior incidência de casos rurais no estado, caracterizando um cenário de clima temperado com casos de infecção humana relacionados com a criação de animais e a lavoura (estas últimas também aparecendo como principais situações de risco na Figura 18, p. 79).

Apesar disso, o plantio total de grãos, ligado à manutenção de roedores, o rebanho total, ligado ao contato com animais e a área de plantio de arroz, ligada ao contato com regiões alagadas, não demonstraram significância nas unidades de agregação utilizadas (Tabela 3). É provável que o método de agregação utilizado por Barcellos et al (2003) possa refinar estas observações.

A densidade demográfica rural, como esperado, pelos baixos valores em relação à urbana e de acordo com a Tabela 3, não apresentou significância ($p < 0,968$) na ocorrência ou não de casos de leptospirose e a altitude, apesar do dado pouco específico (altitude apenas da sede municipal), mostrou uma tendência

($p < 0,181$) que vai ao encontro dos achados de Barcellos et al (2003), que indicam maior ocorrência de casos em cotas abaixo de 300 metros.

A relação entre a ocupação humana do solo e a altitude é ilustrada no mapa (a) da Figura 21, onde, na faixa centro-sudeste, aparecem maiores densidades demográficas em municípios de menores cotas em contraste a parte norte de maior altitude. A tabela de dados da Figura 21 mostra que 82% dos municípios com casos encontram-se em cotas iguais ou inferiores a 151 metros, de acordo com a tendência de correlação indicada na Tabela 3 e ilustrada na Figura 22b. As exceções ocorreram em três dos 17 municípios com casos rurais: Silveira Martins (431 metros), Tupanciretã (465 metros) e Júlio de Castilhos (513 metros).

Tabela 3 – Resultados da análise estatística do estudo ecológico regional para as comparações geográficas das variáveis preditoras rurais com a ocorrência ou não de casos rurais de leptospirose nos municípios da 4ª Coordenadoria Regional de Saúde, Rio Grande do Sul.

Variáveis preditoras	Análise Univariada		Análise Múltipla		
	Razão de Prevalência (RP)	P-valor	Razão de Prevalência (RP)	P-valor	Intervalo de Confiança (IC)
Densidade demográfica rural*	1,065256	0,003	0,9981822	0,968	0,913365 - 1,09087
Altitude*	-0,9970394	0,0069	-0,995624	0,181	0,989253 - 1,00204
Área de plantio total	1,000003	0,209			
Rebanho total	0,999999	0,94			
Área plantada arroz*	1,000028	0,195	0,9999695	0,439	0,999892 - 1,00005
Área plantada feijão	1,000219	0,208			
Área plantada milho	1,000105	0,276			
Área plantada soja	1,000003	0,366			
Área plantada trigo	1,000005	0,89			
Rebanho bovino	0,9999996	0,914			
Rebanho eqüino	1,000046	0,727			
Rebanho suíno**	1,000167	0,001	1,000149	0,037	1,000009 - 1,00029
Rebanho gado leiteiro	1,000039	0,606			
Rebanho ovino	0,9999894	0,471			

Valor do pseudo R quadrado (coeficiente de determinação) = 0,13.

Valor do Teste de Wald (Qui-quadrado) = 17,4 (p-valor do modelo múltiplo= 0,0045).

*Variáveis significantes na análise univariada.

+Variáveis significantes na análise múltipla, modelo de regressão de Poisson com variância robusta.

Quais fatores geram a diferenciação em favor da suinocultura como fator de risco na 4ªCRS? Apesar de representar pouco mais de 5% da produção pecuária regional (2% da produção do estado), contra os 75% do rebanho bovino (12% de participação estadual, IBGE, 2010), o rebanho suíno foi a única variável significativa nas comparações geográficas (Tabela 3 e Figura 22a).

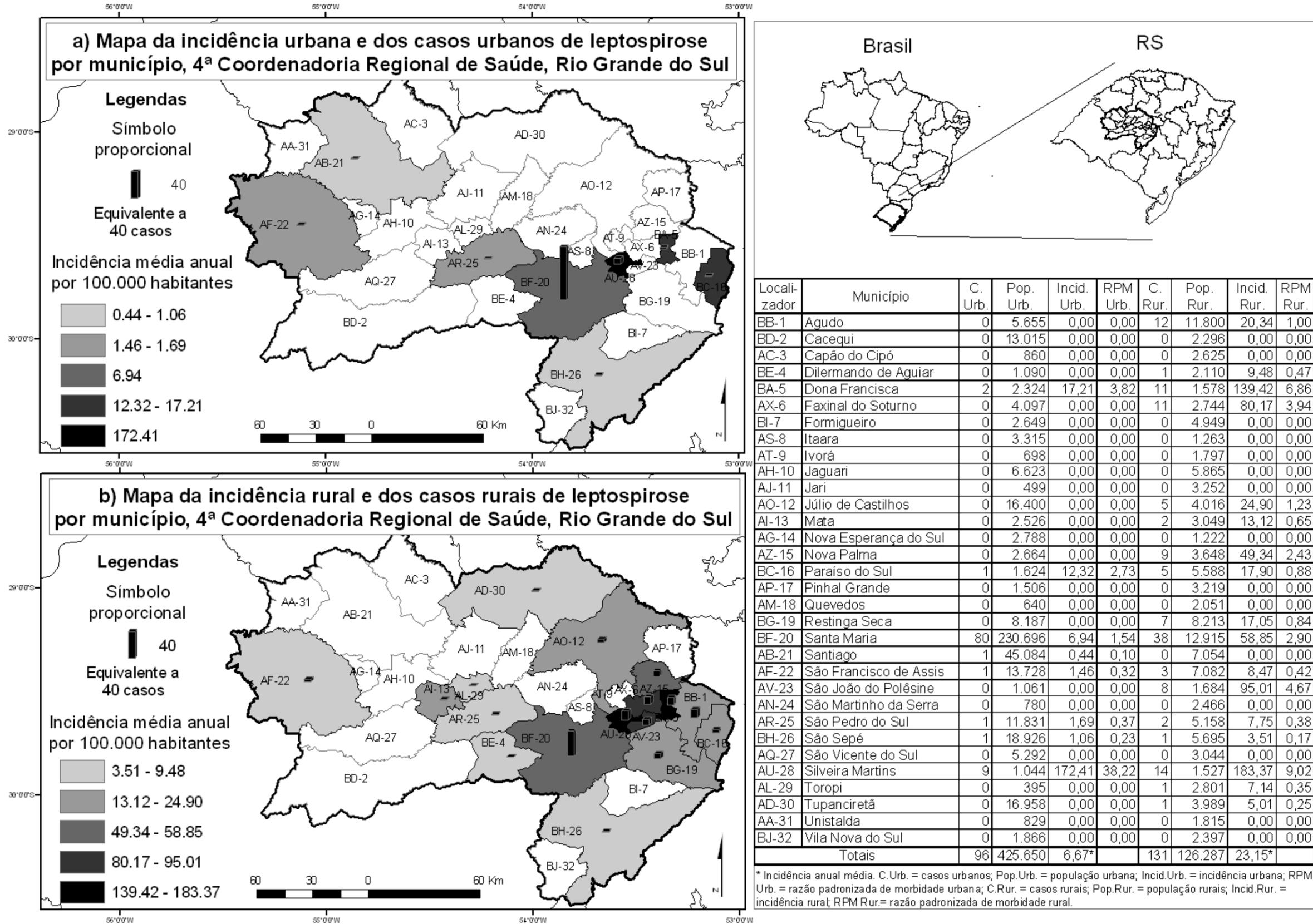


Figura 20 – Mapas da incidência e dos casos de leptospirose, com estratificação urbana e rural, 4ª Coordenadoria Regional de Saúde, Rio grande do Sul. Elaborado pelo autor (2010). Fonte: Dados do SINAN, 4ªCRS. Mapa base: IBGE.

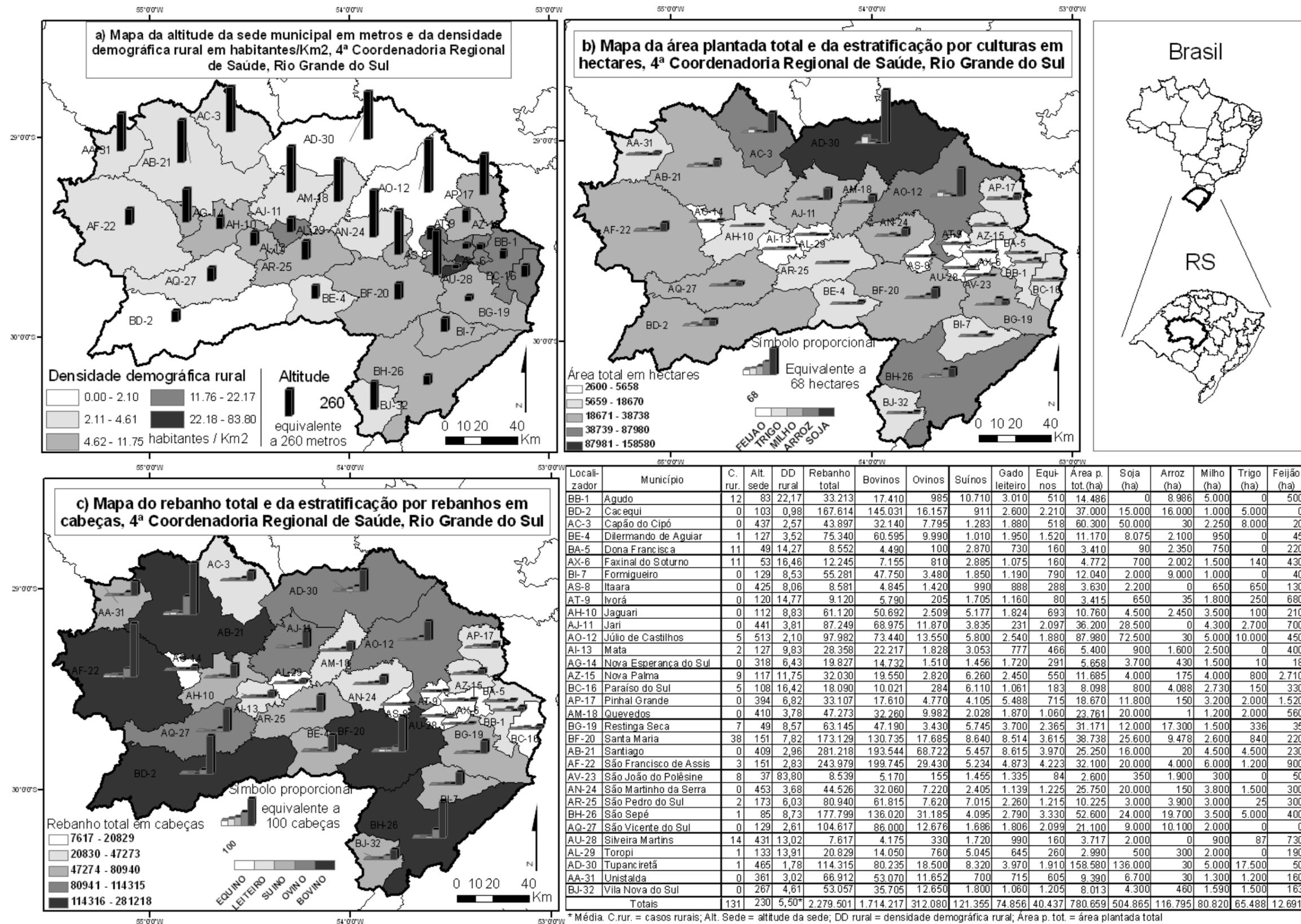


Figura 21 – Mapas da altitude da sede municipal em metros e da densidade demográfica rural em habitantes/Km2 (a), do rebanho total e da estratificação por rebanho em cabeças (b) e da área de plantio total e da estratificação por culturas em hectares (c) da 4ª Coordenadoria Regional de Saúde, Rio Grande do Sul. Elaborado pelo autor (2010). Fonte dos dados: IBGE. Mapa base: IBGE.

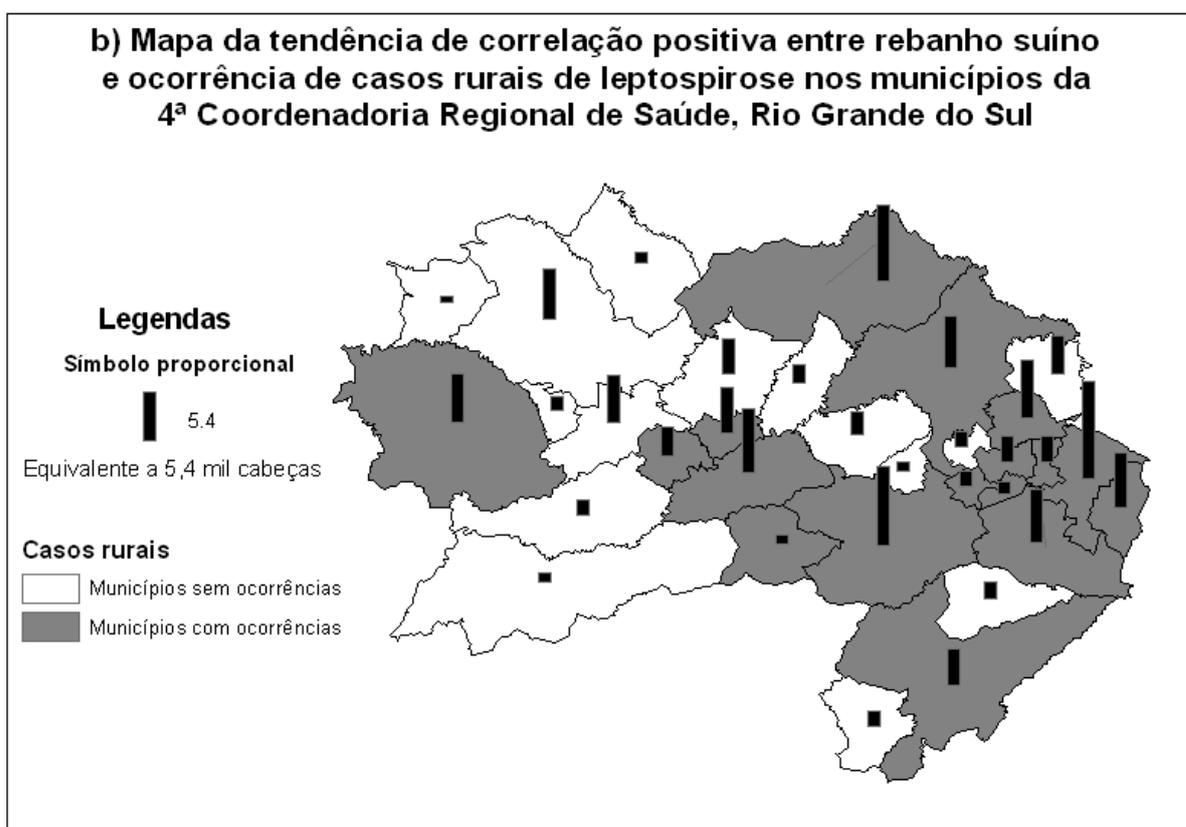
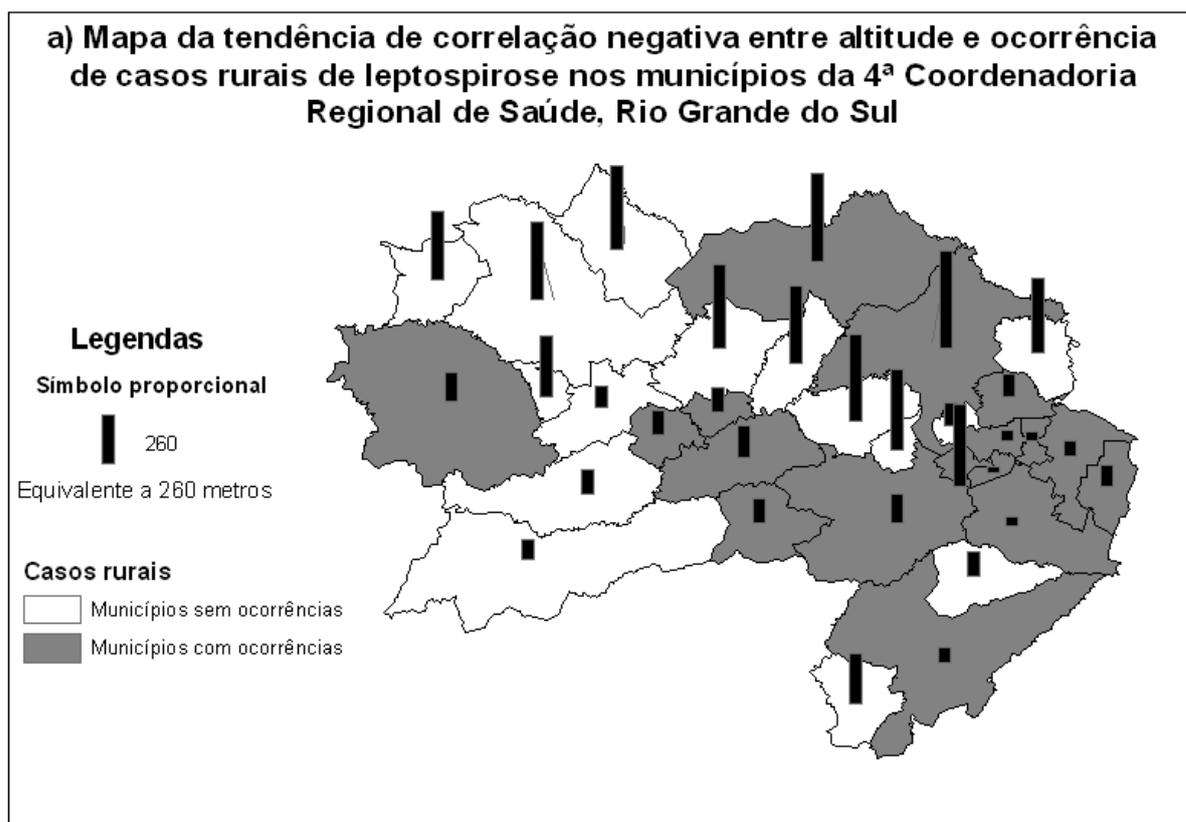


Figura 22 – Mapas das correlações entre as variáveis preditoras significativas e a ocorrência de casos rurais de leptospirose nos municípios da 4ª Coordenadoria Regional de Saúde, Rio Grande do Sul.

Elaborado pelo autor (2010). Fonte: SINAN, EMBRAPA e IBGE. Mapa base: IBGE.

Lobo et al (2004) demonstraram soropositividades semelhantes entre bovinos (52,1%), caninos (56,0%) e suínos (55,5%) amostrados de regiões onde ocorreram casos confirmados de leptospirose em Santa Cruz do Sul, RS.

Por outro lado, Vado-Solís et al (2002), em estudo mexicano na cidade de Yucatán, encontraram maior soropositividade respectivamente entre cães, porcos e roedores, além do relato de contato de enfermos com fontes de água natural. Segundo a Secretaria Estadual do Meio Ambiente - SEMA (RIO GRANDE DO SUL, 2007), em virtude do mau manejo, o lançamento de efluentes da suinocultura provoca a contaminação de mananciais.

No Paraná, áreas de criação de suínos foram amostradas e identificou-se que propriedades onde os bebedouros de suínos possuem troca da água feita de maneira manual seriam importantes meios de transmissão de Leptospirose (DELBEM et al, 2004). Nesse sentido, Campagnolo et al (2000), analisando um surto de leptospirose em humanos expostos a suínos infectados em Missouri, EUA, verificaram que medidas de higiene, como a lavagem das mãos, são fatores de proteção.

O confinamento de suínos é o grande diferencial no manejo em relação aos bovinos. Uma grande quantidade de animais é albergada em pequenos espaços que obrigatoriamente ficam próximos a mananciais em função da necessidade de higienização da granja e dessedentação dos animais. O rebanho suíno está em franca ascensão no estado, que abriga o segundo maior plantel do país e é responsável por 45% das exportações (ABIPECS, 2008).

Em muitos casos, o aumento da produção não é acompanhado por ampliações na infraestrutura da granja. Em estudo sobre a poluição hídrica por dejetos suínos em Palmitinho (RS), Capoane (2008) encontrou quantidades excessivas de dejetos, uso abusivo de água e subdimensionamento de esterqueiras em praticamente todas as propriedades estudadas.

Suínos produzem cerca de 10 a 12 vezes mais dejetos que humanos, eliminando em média 8,60 litros de dejetos (esterco + urina) por dia, conforme Oliveira (1993 apud CAPOANE, 2008), levando as esterqueiras subdimensionadas a transbordarem nos mananciais.

A determinação da concentração dos coliformes é um indicador de risco de doenças de veiculação hídrica e os valores aceitáveis, em relação a mananciais, para recreação de contato primário (quando existir o contato direto do usuário com

os corpos de água como, por exemplo, as atividades de natação, esqui aquático e mergulho) é de, no máximo, 1.000 coliformes fecais por 100 mililitros (CONAMA, 2000). No estudo de Palmitinho (CAPOANE, 2008) foram encontrados valores de até 4.922 coliformes fecais por 100 ml de amostra, sendo que maiores concentrações de poluentes ocorreram em amostras coletadas a jusante das criações de suínos indicando um manejo inadequado.

4.2.2 Estudo Ecológico local

4.2.2.1 Comparações geográficas

Os mapas da Figura 23 mostram que as maiores densidades demográficas encontram-se na RA Centro (c). Existe homogeneidade interna em relação aos bairros dessa RA, com exceção dos bairros Nossa Senhora de Lourdes e Nossa Senhora da Medianeira em relação aos demais (b). Existem concentrações de população no bairro Menino Jesus da RA Nordeste, nos bairros Salgado Filho e Carolina da RA Norte e nos bairros Nova Santa Marta e Tancredo Neves da RA Oeste (b). O nível de agregação por setor censitário mostra que os bairros mais povoados apresentam pelo menos três faixas de densidade demográfica (a).

Observando-se a RA de maior densidade demográfica (RA Centro), pode-se inferir que a mesma apresenta a melhor infraestrutura em relação ao esgotamento sanitário (f), ao lixo (i), à educação (l) e aos domicílios permanentes (o), deixando a desejar no acesso à água (r), por conta dos bairros Nonoai e Nossa Senhora de Lourdes (q), embora o primeiro seja tão densamente povoado quanto o bairro Centro (b). A RA Centro-Leste por conta dos bairros Cerrito e Diácomo João Luiz Pozzobon e a RA Oeste por conta dos bairros Agroindustrial e Nova Santa Marta apresentam as piores condições de infraestrutura (Figura 23). Não há região livre de leptospirose na cidade e a maioria dos bairros apresenta casos. Conforme se vê no mapa da Figura 24 houve ocorrências em todas as RA do município no período de estudo, com maior concentração de casos nas RA Centro, Oeste, Norte e Nordeste. Vinte e sete (65,85%) dos 41 bairros apresentaram ocorrências de leptospirose, sendo que Centro, Nova Santa Marta e Salgado Filho concentraram o maior número de casos.

Mapas da distribuição das variáveis predictoras do Censo 2000 por nível de agregação no núcleo urbano do município de Santa Maria, Rio Grande do Sul

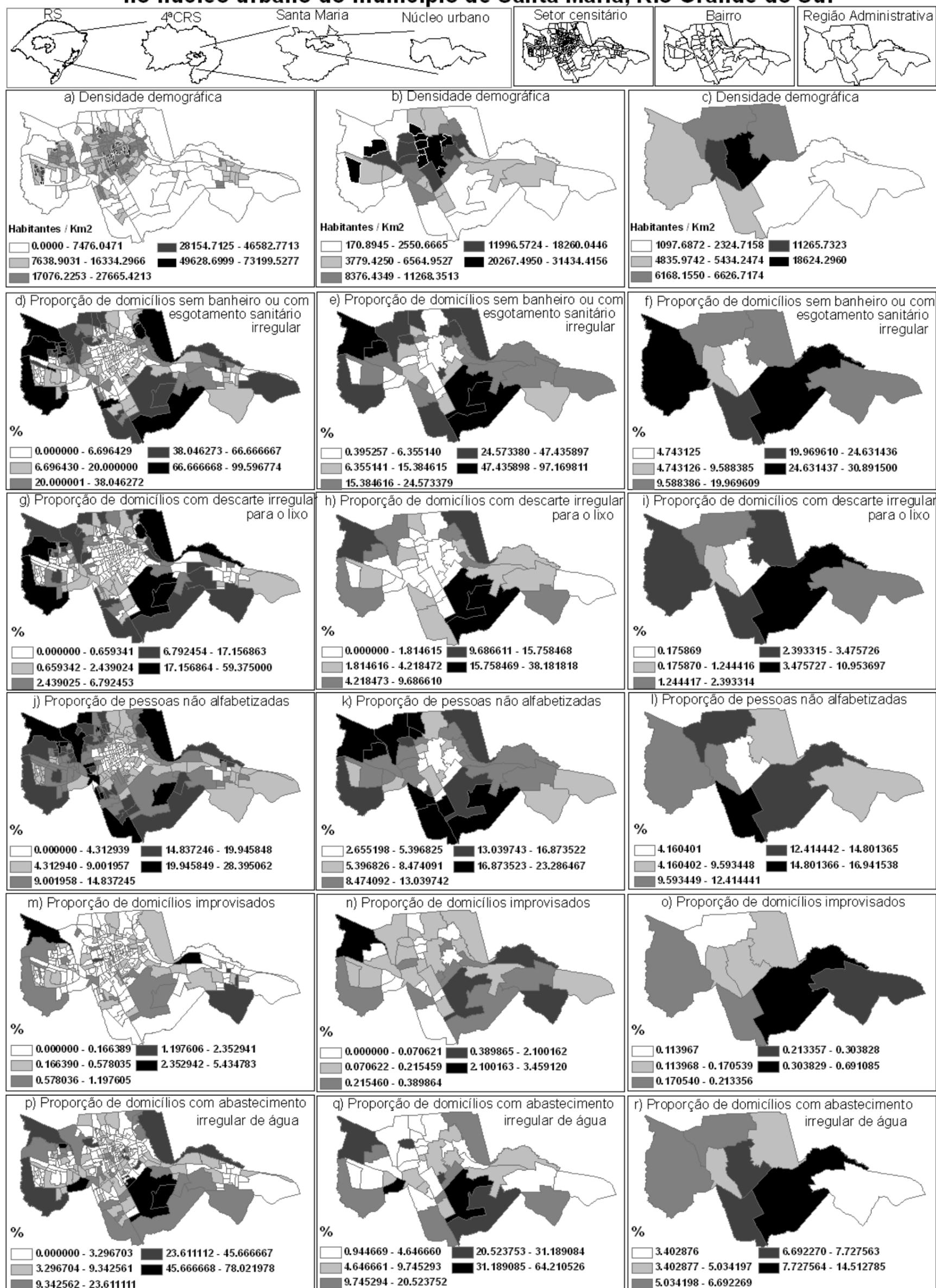


Figura 23 – Mapas da distribuição das variáveis predictoras do Censo 2000, por nível de agregação, no núcleo urbano do Município de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

Elaborado pelo autor (2010). Fonte dos dados: IBGE. Mapa base: IBGE

Cinquenta e cinco dos 244 setores censitários foram atingidos pela patologia e este nível de agregação permitiu o artifício do detalhamento da espacialização nos bairros com maior densidade demográfica e conseqüentemente maior número de setores, pelo que se pode observar que a maioria dos casos localiza-se na periferia dos bairros (Figura 25).

Provavelmente pelo efeito da diluição dos dados conforme a escala escolhida (BARCELLOS, 2003b), nenhuma variável foi significativa na escala RA (Tabela 4).

Para a escala bairro, a densidade demográfica ($p < 0,035$, Tabela 5) apresentou significância na correlação linear (Figura 26). Paula (2005) e Levett (2001) apontam a ocupação urbana desordenada, como implicados na ocorrência de casos. Da mesma forma, quanto maior a densidade demográfica, maior a produção e o acúmulo de lixo (principalmente em regiões de baixo nível educacional) e maior o substrato para a proliferação de vetores. Sempre lembrando que no meio urbano não apenas o rato, mas também o cão é um importante vetor na cadeia de contaminação (PELLEGRINI, 2002).

Das seis variáveis avaliadas, para a escala de observação setor censitário, a única que apresentou significância foi a proporção de pessoas não alfabetizadas ($p < 0,067$, Tabela 6), o que fica bem claro na Figura 27. Neste nível de agregação, a proporção de domicílios não ligados à rede de abastecimento de água apresentou uma tendência de correlação ($p < 0,187$; Tabela 6; Figura 28).

Nesse sentido, Dias et al (2007), encontraram correlação positiva entre casos de leptospirose e baixos níveis de educação em estudo de Salvador. Além do mais, Sarkar et al (2002) referem que exposição a fontes naturais contaminadas, além da presença de esgoto a céu aberto e avistamentos peridomiciliares de ratos foram significantes em outro estudo, em Salvador, durante uma epidemia urbana. Embora a anotação da existência de esgoto a céu aberto não ter sido projetada para o levantamento de campo, esse fato foi notado em muitos dos locais visitados.

É realmente uma pena que ainda neste novo milênio, estudos confirmem o que John Snow e Oswaldo Cruz já sabiam a mais de um século: miséria (e baixa escolaridade) está associada à transmissão de doenças infecciosas. Apesar disso ser mais do mesmo, nunca se deve esquecer que investimentos em educação possuem mais impacto do que investimentos em saúde e saneamento, não tirando a importância destes dois últimos.

Tabela 4 - Resultados da análise estatística do estudo ecológico local em nível de agregação de Região Administrativa, para as comparações geográficas das variáveis preditoras do Censo 2000 com a ocorrência ou não de casos urbanos de leptospirose no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

Variáveis preditoras	Análise Univariada		Análise Múltipla		
	Coefficiente angular (β)	P-valor	Coefficiente angular (β)	P-valor	IC
Média de proporção de domicílios improvisados	-7,339	0,295			
Média de proporção de domicílios não ligados à rede de abastecimento de água	-0,042	0,889			
Média de proporção de domicílios sem banheiro ou com esgotamento sanitário irregular	-0,088	0,511			
Média de proporção de domicílios com descarte irregular para o lixo	-0,197	0,539			
Média de proporção de pessoas não alfabetizadas	-0,545	0,080*	-0,408	0,332	-1,385 - 0,569
Densidade demográfica	<0,001	0,137*	<0,001	0,620	<0,001 - 0,001

R² ajustado: 0,236. Significância do modelo múltiplo: p<0,022.

*Variáveis significantes na análise univariada.

Tabela 5 - Resultados da análise estatística do estudo ecológico local em nível de agregação de bairro, para as comparações geográficas das variáveis preditoras do Censo 2000 com a ocorrência ou não de casos urbanos de leptospirose no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

Variáveis preditoras	Análise Univariada		Análise Múltipla		
	Coefficiente angular (β)	P-valor	Coefficiente angular (β)	P-valor	IC
Média de proporção de domicílios improvisados	-0,373	0,381			
Média de proporção de domicílios não ligados à rede de abastecimento de água*	-0,029	0,098	-0,015	0,408	-0,05 - 0,021
Média de proporção de domicílios sem banheiro ou com esgotamento sanitário irregular	-0,009	0,432			
Média de proporção de domicílios com descarte irregular para o lixo	-0,025	0,393			
Média de proporção de pessoas não alfabetizadas	-0,041	0,361			
Densidade demográfica**	6,726x10 ⁻⁵	0,01	5,895x10 ⁻⁵	0,035	<0,001 - <0,001

R² ajustado: 0,123. Significância do modelo múltiplo: p<0,027.

*Variáveis significantes na análise univariada.

+Variáveis significantes na análise múltipla, modelo de regressão linear.

Tabela 6 - Resultados da análise estatística do estudo ecológico local em nível de agregação de setor censitário, para as comparações geográficas das variáveis preditoras do Censo 2000 com a ocorrência ou não de casos urbanos de leptospirose no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

Variáveis preditoras	Análise Univariada		Análise Múltipla		
	Razão de Prevalência (RP)	P-valor	Razão de Prevalência (RP)	P-valor	IC
Proporção de domicílios improvisados	1,108969	0,548			
Proporção de domicílios não ligados à rede de abastecimento de água*	1,013204	0,045	1,010271	0,187	0,9950663 - 1,025709
Proporção de domicílios sem banheiro ou com esgotamento sanitário irregular	1,001253	0,782			
Proporção de domicílios com descarte irregular para o lixo	1,010451	0,442			
Proporção de pessoas não alfabetizadas**	1,035338	0,029	1,030723	0,067	0,9978905 - 1,064635
Densidade demográfica	0,9999905	0,281			

Valor do pseudo R quadrado (coeficiente de determinação) = 0,0161.

Valor do Teste de Wald (Qui-quadrado) = 8,48 (p-valor do modelo múltiplo= 0,0371).

*Variáveis significantes na análise univariada.

+Variáveis significantes na análise múltipla, modelo de regressão de Poisson com variância robusta.

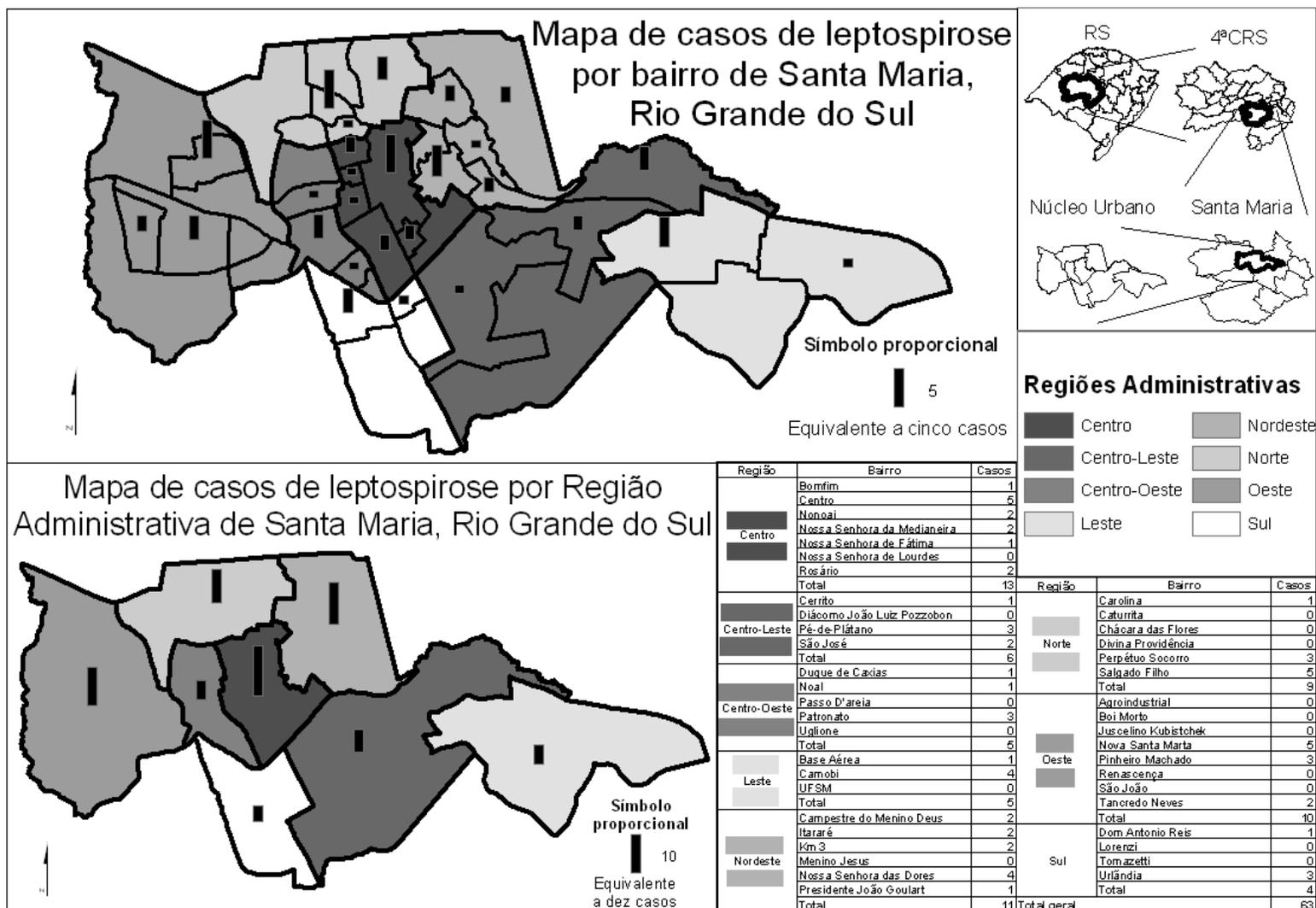


Figura 24 – Mapa da distribuição dos casos urbanos de leptospirose por bairro e por Região Administrativa de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

Elaborado pelo autor (2010). Fonte dos dados: SINAN. Mapa base: IBGE

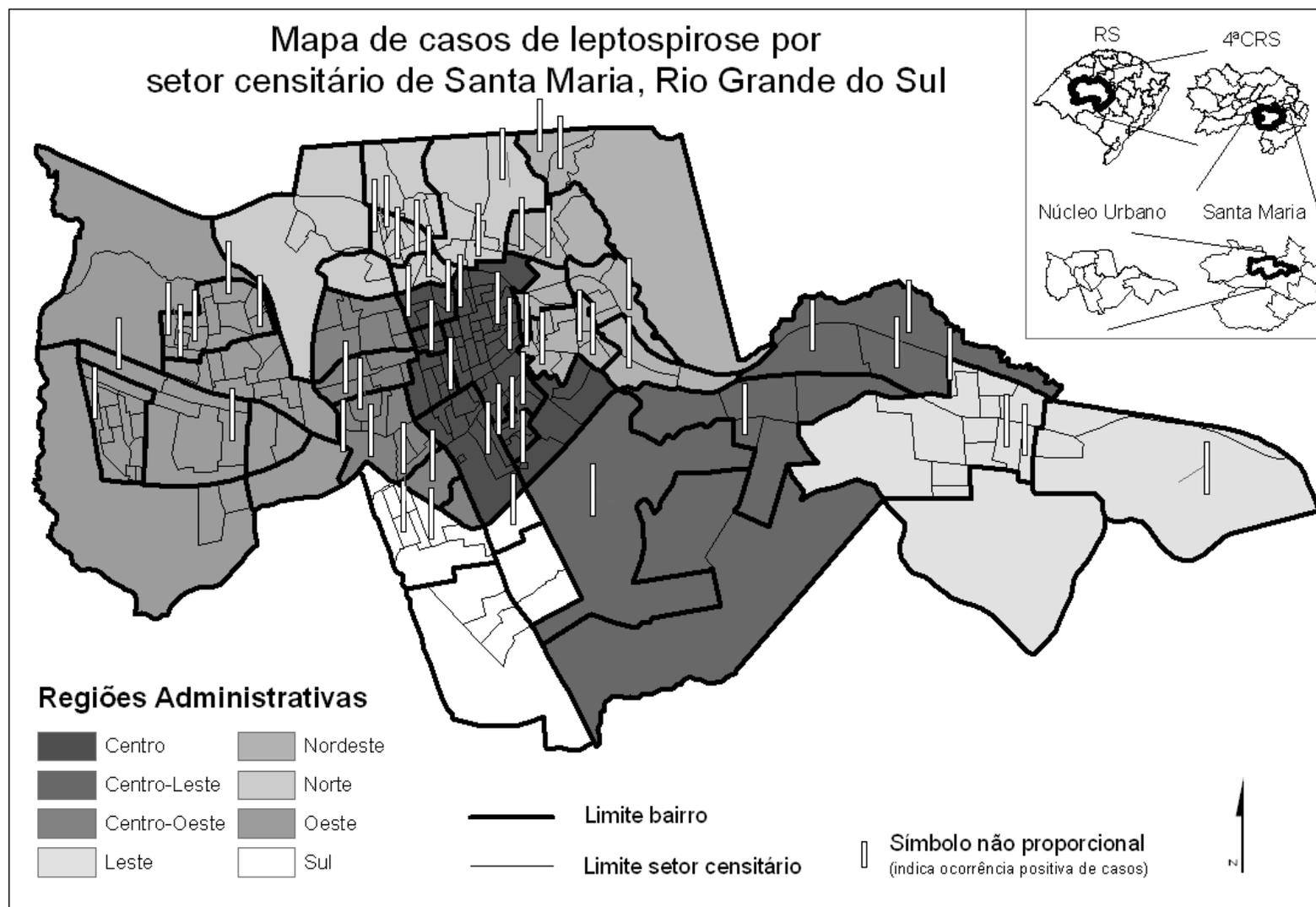


Figura 25 – Mapa de casos de leptospirose por setor censitário de Santa Maria, Rio Grande do Sul. Elaborado pelo autor (2010). Fonte dos dados: SINAN. Mapa base: IBGE

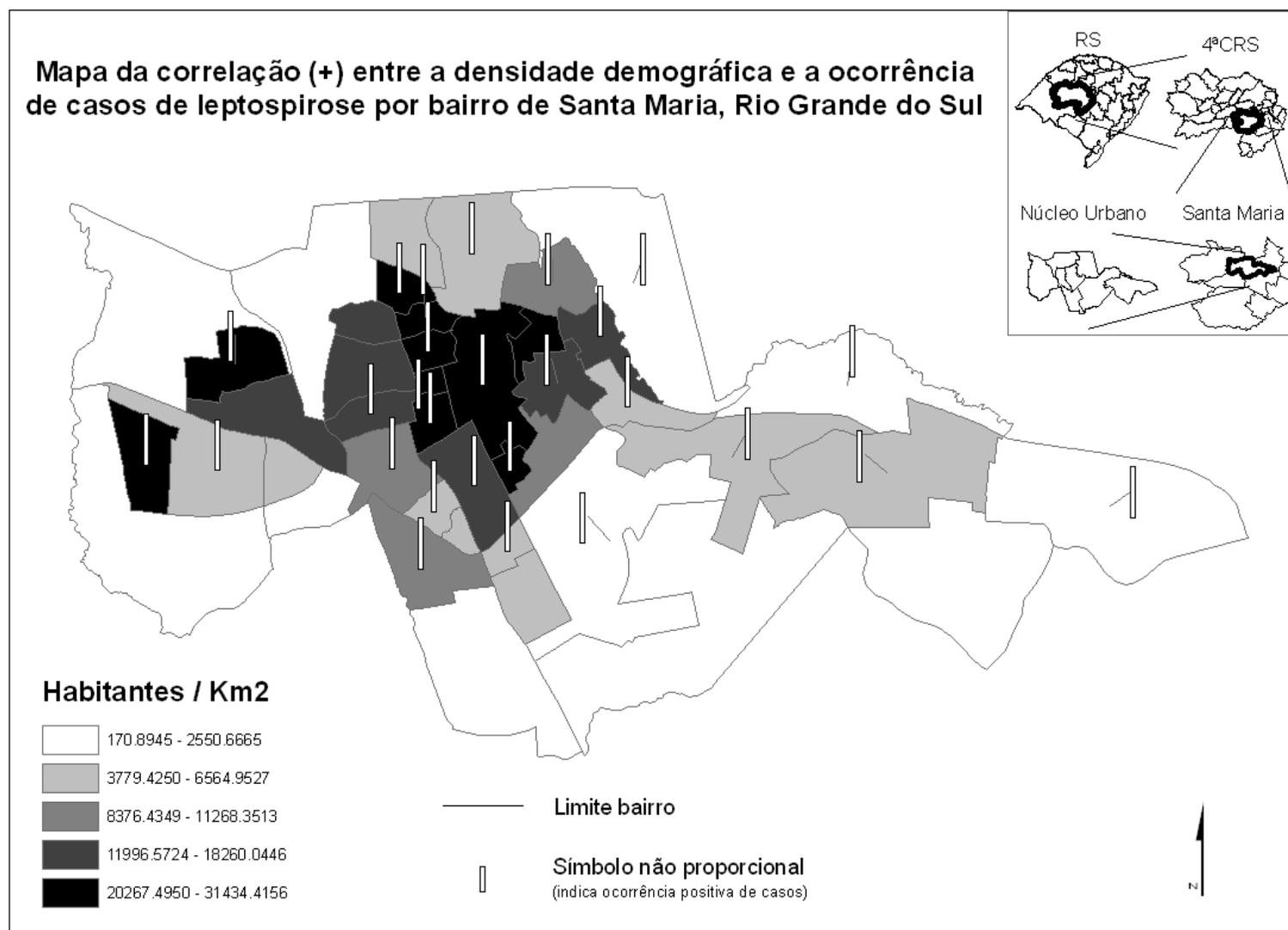


Figura 26 - Mapa da correlação (+) entre a densidade demográfica e a ocorrência de casos de leptospirose por bairro de Santa Maria, Rio Grande do Sul.
Elaborado pelo autor (2010). Fonte dos dados: SINAN. Mapa base: IBGE.

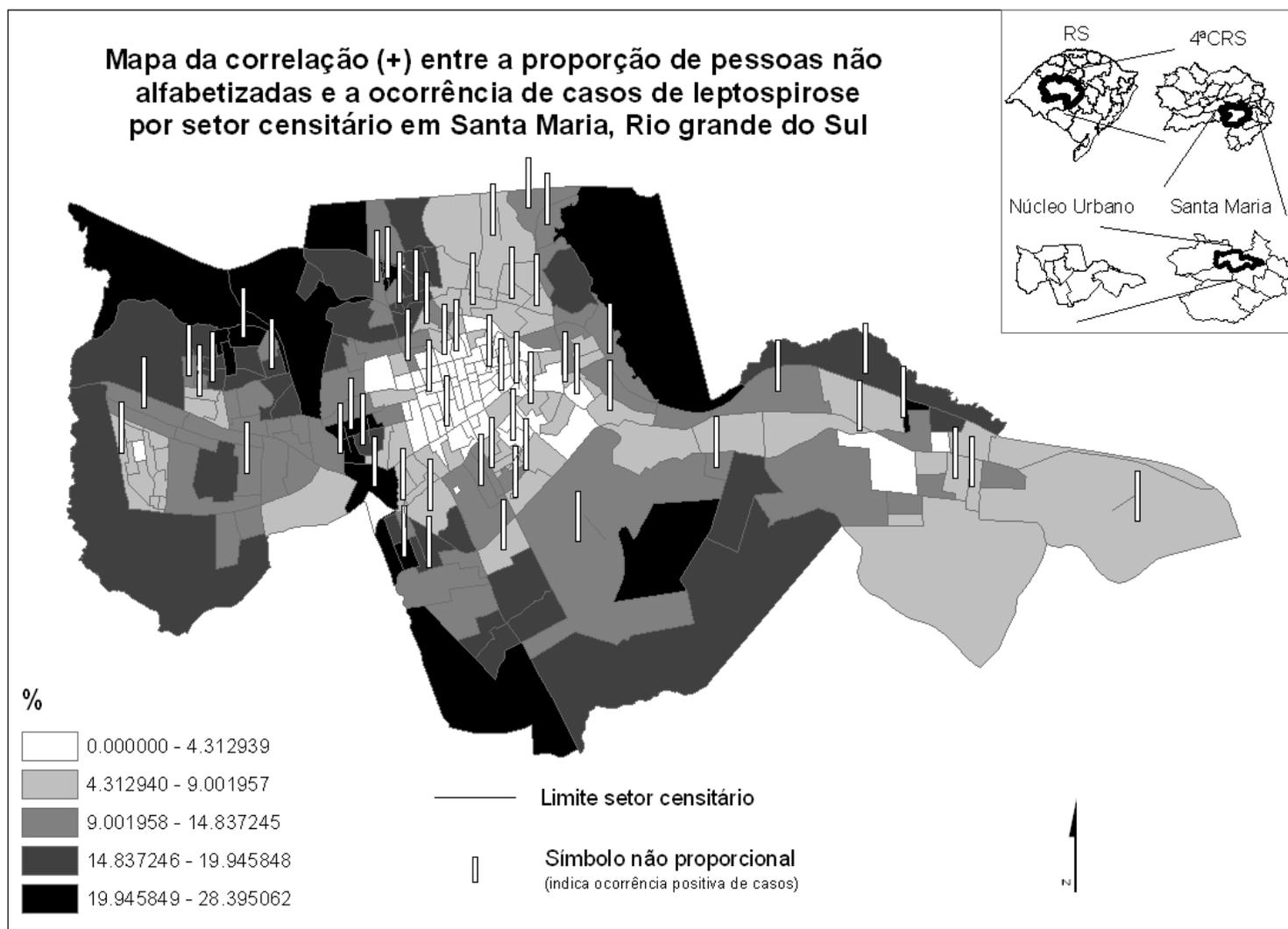


Figura 27 – Mapa da correlação (+) entre a proporção de pessoas não alfabetizadas e a ocorrência de casos de leptospirose por setor censitário em Santa Maria, Rio grande do Sul. Elaborado pelo autor (2010). Fonte dos dados: SINAN. Mapa base: IBGE.

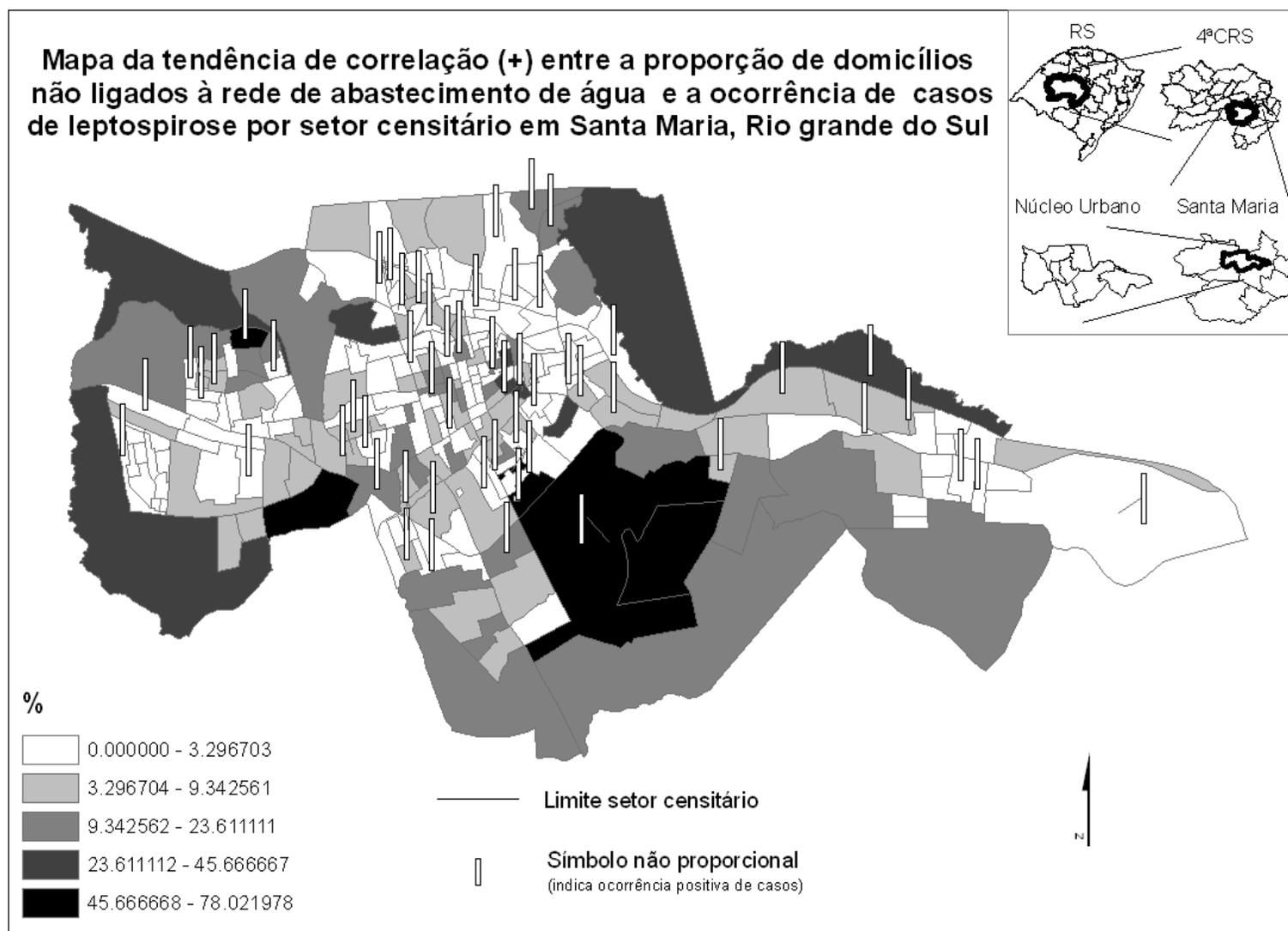


Figura 28 - Mapa da tendência de correlação (+) entre a proporção de domicílios não ligados à rede de abastecimento de água e a ocorrência de casos de leptospirose em Santa Maria, Rio grande do Sul. Elaborado pelo autor (2010). Fonte dos dados: SINAN. Mapa base: IBGE.

Segundo a FGV (FGV, 2005), o principal determinante isolado da renda é a educação, outra pesquisa da mesma fundação (FGV, 2009) revela que a falta de esgoto via rede geral está altamente relacionada com pobreza e educação. Além do mais, a renda *per capita*, apesar de não ser estatisticamente significativa para a determinação da implantação da rede de saneamento, é importante na expansão da rede já implantada nos municípios.

Ainda citando a FGV (FGV, 2008):

Sem prevenção

Analisando o acesso e a qualidade dos serviços de saúde, todos os indicadores indicam menor acesso e qualidade de acesso dos mais pobres. A pesquisa revela que a medicina voltada para os grupos de menor educação é menos preventiva e mais curativa. Os universitários são os que possuem maior acesso a serviços de prevenção, 56,08% possuem plano de saúde, enquanto nos analfabetos o percentual é de 11,53%. Apesar do baixo acesso a plano de saúde observado entre os analfabetos: estes são os que procuram mais atendimento em casos de emergência, 7,27% estiveram hospitalizados nos 12 meses contra 6,77% dos universitários, o que gera gargalos no sistema público de saúde. Não prevenir fica mais caro para todos: governo inclusive.

A educação também impacta na escassez de recursos humanos para a saúde, sendo a baixa oferta de educação básica um dos fatores limitantes para o acesso à formação em medicina (FGV, 2008). Igualmente, pela mesma pesquisa, há evidências de que pessoas que residem em estados que ofertam melhor educação e serviços de saúde estão mais habilitadas a perceberem e diagnosticarem suas próprias doenças.

4.2.2.2 Comparações de séries cronológicas

Mesmo com os resultados de Barcellos et al (2003) demonstrando a baixa sazonalidade de casos no Rio Grande do Sul, a pluviosidade apresentou correlação significativa ($p > 0,053$, Tabela 7) com a ocorrência de casos urbanos de leptospirose no município. Outro fator que parece indicar o padrão urbano citado por Faine (1982 apud LEVETT, 2001) é que a média pluviométrica local do período foi baixa (161,24 mm) em comparação com uma série histórica de 1975 a 2005, onde Matzenauer et al (2007) demonstraram que a região central do estado manteve uma média constante de 1600 mm anuais. Ou seja, a correlação de índices pluviométricos

baixos com os casos urbanos pode estar ligada a fatores de drenagem deficitária ou a outros fatores implicados com a infraestrutura de cidades maiores. Esse fato é referendado pelo estudo de Romero et al (2003), onde o pico de casos de leptospirose foi observado nos anos de 1991 e 1996, quando a média pluviométrica da cidade de São Paulo atingiu valores baixos (159,9 mm e 160,3 mm, respectivamente).

Apenas nos meses de outubro e dezembro de 2002 e dezembro de 2003, a pluviosidade atingiu valores que superaram dois desvios-padrão da média do período entre 1999 e 2006. O mesmo pode ser dito das cotas das bacias, que ultrapassaram o patamar de dois desvios-padrão somente no período de junho a outubro de 2002, com a ocorrência de apenas um caso de leptospirose nesse período. É provável que, no Rio Grande do Sul, as cotas das bacias estejam mais correlacionadas com os casos rurais da patologia.

Segundo Perry e Hardy, (2000 apud SOTO et al, 2007) e Blenden, (1976 apud SOTO et al, 2007), umidade, temperatura de 28°C e pH levemente alcalino são condições ideais para a manutenção das leptospirosas por até 180 dias e Sá et al (2006) indicam a pluviosidade total, o número de dias com mais de 5mm de chuva e a umidade relativa como variáveis significativas.

Embora os valores mínimo, máximo e médio de temperatura tenham sido baixos no período disponível de 1999 a 2002 (respectivamente, 11,56; 26,58 e 20,18 em °C) e os valores mínimo, máximo e médio de umidade relativa do ar tenham sido altos (respectivamente, 65,84; 86,52 e 78,58 em %), a primeira variável apresentou uma tendência de correlação ($p < 0,180$) com a ocorrência da patologia, enquanto que a última não demonstrou significância ($p < 0,239$, Tabela 7), sendo importante considerar que o período de dados disponíveis – 1999 a 2002 – foi pequeno.

Tabela 7 - Resultados da análise estatística do estudo ecológico local para as comparações de séries cronológicas geográficas das variáveis preditoras urbanas com a ocorrência ou não de casos urbanos de leptospirose no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

Variáveis preditoras	Análise Univariada		Análise Múltipla		
	Razão de Prevalência (RP)	P-valor	Razão de Prevalência (RP)	P-valor	IC
Pluviosidade**	-0,0028438	0,517	1,009796	0,053	0,9998693 - 1,019822
Cotas bacias hidrográficas*	-0,009062	0,017	0,9990538	0,787	0,9922317 - 1,005923
Temperatura*	-0,1530465	0,060	0,8969767	0,180	0,7651194 - 1,051558
Umidade relativa do ar	-0,1530465	0,308	0,9304815	0,239	0,8253191 - 1,049044

Valor do pseudo R quadrado (coeficiente de determinação) = 0,0547

Valor do Teste de Wald (Qui-quadrado) = 4,28 (p-valor do modelo múltiplo= 0,368)

*Variáveis significantes na análise univariada.

+Variáveis significantes na análise múltipla, modelo de regressão de Poisson com variância robusta.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho exercitou a sinergia existente entre saúde, epidemiologia e geografia por meio de duas ferramentas de uso interdisciplinar: a geomática e a estatística.

A forma mais simples de descrever a distribuição espacial de um agravo é a apresentação dos casos em um mapa (representação bruta), o que não revela corretamente a variação espacial do risco, pois as variações na densidade populacional não são controladas (Carballo, 2005).

Embora os resultados encontrados superem essa limitação com a utilização de mapas coropléticos para a representação de taxas e proporções, a principal limitação deste trabalho consistiu na não utilização das ferramentas da geoestatística e da epidemiologia espacial.

Entre os motivos estão a complexidade do uso de tais ferramentas e do volume de dados avaliado, mas principalmente a falta de bases georreferenciadas que cobrissem toda a área de estudo. Dessa maneira, os mapas foram utilizados de forma tradicional, como ferramentas de apoio e de demonstração dos resultados estatísticos, porém dentro dos objetivos do trabalho no que diz respeito ao mapeamento temático da leptospirose e à correlação estatística com as variáveis em estudo.

Mesmo assim, a espacialização produzida para os casos urbanos de Santa Maria, considerando como unidade de agregação o setor censitário, poderá ser utilizada para estudos geoestatísticos assim que uma base georreferenciada tornar-se disponível.

O uso de dados secundários limitou a escolha de variáveis de acordo com a disponibilidade das mesmas, o que impactou em baixos coeficientes de determinação (R^2) e em baixa capacidade de explicação dos modelos utilizados. Apesar disso, as variáveis detectadas principalmente no que diz respeito ao rebanho suíno suscitam estudos mais aprofundados.

É importante considerar que, apesar da boa completitude encontrada nos dados, esta é apenas um dos critérios para validação de bancos de dados em saúde. A comparação das informações da ficha de notificação com dados de prontuário ou a reentrevista de pacientes pode ser utilizada na validação das informações especialmente no que diz respeito à avaliação de sinais e sintomas (DUARTE e FRANÇA, 2006).

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INFORMAÇÕES E PESQUISA EM CARNE SUÍNA - ABIPECS. **Relatório Anual de Produção de Suínos**. 2008. Disponível em: www.abipecs.com.br. Acesso em 21 de maio de 2010.

ALENCAR, J. C. Datum altimétrico brasileiro. **Separata de Cadernos de Geociências**, n. 5, IBGE, Rio de Janeiro, 1990.

ALMEIDA, L. P. et al. Levantamento soroepidemiológico de leptospirose em trabalhadores do serviço de saneamento ambiental em localidade urbana da região sul do Brasil. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 76-81, jan./mar. 1994.

ALONSO, B. R. et al. Leptospirosis Humana: ¿Un Problema de Salud? **Revista Cubana de Salud Pública**, La Havana, v. 26, n. 1, p. 27-34, enero/mar. 2000.

AVILA-PIRES, F. P. Leptospirose e enchentes: uma falsa correlação? **Revista de Patologia Tropical**, Goiânia, v. 35, n. 3, p. 199-204, set./dez., 2006.

BARATA, R. B. Cem anos de epidemias. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 2, p. 333-345, jun./dez. 2000.

BARCELLOS, C. et al. Distribuição espacial da leptospirose no Rio Grande do Sul, Brasil: recuperando a ecologia dos estudos ecológicos. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 5, p. 1283-1292, set./out., 2003.

BARCELLOS, C. et al. Georreferenciamento de dados de saúde na escala submunicipal: algumas experiências no Brasil. **Epidemiologia e serviços de saúde**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 59-70, jan./mar., 2008.

BARCELLOS, C. Unidades y escalas en los analisis espaciales en salud. **Revista cubana de salud pública**, La Habana, v. 29, n. 4, p. 307-13, oct./dic. 2003b.

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

BARCELLOS, C.; SABROZA, P. C. O lugar do caso: leptospirose e riscos associados a condições ambientais durante o surto de 1996 na zona oeste do Rio de Janeiro. **Cadernos de saúde pública**, Rio de Janeiro, v. 17, p. 59-67, 2001. suplemento.

BARROS, A. J. D.; HIRAKATA, V. N. Alternatives for logistic regression in cross-sectional studies: an empirical comparison of models that directly estimate the prevalence ratio. **BMC Medical Research Methodology**, v. 3, n. 1, Oct. 2003.

BAILEY, T. C. et al. Spatial statistical methods in health. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 5, p. 1083-1098, set./out., 2001.

BHARTI, A. R. et al. Reviews. Leptospirosis: a zoonotic disease of global importance. **The lancet infectious diseases**, v. 3, p. 757-771, Dec. 2003

BONFIM, C.; MEDEIROS, Z. Epidemiologia e geografia: dos primórdios ao geoprocessamento. **Revista Espaço para a Saúde**, Londrina, v. 10, n. 1, p. 53-62, dez. 2008

BOUSQUAT, A.; COHN, A. A dimensão espacial nos estudos sobre saúde: uma trajetória histórica. **História, Ciências, Saúde - Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 3, p. 549-568, set./dez. 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. **A experiência brasileira em sistemas de informação em saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2009. p. 148. v.2.

_____. Leptospirose. In: **Guia de vigilância epidemiológica**. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. p. 502-520.

_____. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Sistema nacional de vigilância em saúde**: relatório de situação - Paraná. 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2007. 26 p.

_____. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Sistema nacional de vigilância em saúde**: relatório de situação – Santa Catarina. 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2007b. 24 p.

BROD, S. C. et al. Evidência do cão como reservatório da leptospirose humana: isolamento de um sorovar, caracterização molecular e utilização em inquérito sorológico. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Rio de Janeiro, v. 38, n. 4, p. 294-300, jul./ago. 2005.

CAMPAGNOLO, E.R. et al. Analysis of the 1998 outbreak of leptospirosis in Missouri in humans exposed to infected swine. **Journal American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v. 216, p. 676-682, 2000.

CARBALHO, N. M. **Métodos bayesianos em epidemiologia espacial**: avaliando a taxa de fecundidade em mulheres de 10 a 19 anos em Porto Alegre. 2005. 78 f. Dissertação (Mestrado em Epidemiologia)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

CAPOANE, V. **Poluição hídrica por dejetos de suínos**: um estudo de caso na microbacia do arroio caldeirão – Palmitinho – RS.. 2008. 87 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Geografia)-Universidade Federal de Santa Maria, 2008.

CARRIJO, R. S. G. G. **O efeito da escala geográfica na análise dos determinantes da Leptospirose**. 2008. 93 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública)–Escola Nacional de Saúde Pública, 2008.

CARVALHO, M. S.; SOUZA-SANTOS, R. Análise de dados espaciais em saúde pública: métodos, problemas, perspectivas. **Cadernos de saúde pública**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 2, p. 361-378, 2005.

CARVALHO, N. M. **Os territórios da saúde e a saúde dos territórios**: discutindo o processo de territorialização em saúde a partir do caso de um serviço de atenção primária em Porto Alegre, RS. 2003. 155 f. Dissertação (Mestrado em Administração)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.

CHADWICK, E. **Map of Leeds, 1842**. Extraído de : <<http://www.bl.uk/learning/images/makeanimpact/publichealth/large12727.html>>, Acesso em 14/9/9.

CHAME, M; BATOULI-SANTOS, A. L.; BRANDÃO, M. L. As migrações humanas e animais e a introdução de parasitas exóticos invasores que afetam a saúde humana no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL “O POVOAMENTO DAS AMÉRICAS”, 2., 2006. **Fundamentos**, n. 7: Fundação Museu do Homem Americano, 2008. p. 48-62. Disponível em <www.fumdham.org.br>, acesso em 12/1/2010.

CICERONI, L. et al. Epidemiological trend of human leptospirosis in Italy between 1994 and 1996. **European Journal of Epidemiology**, v.16, n. 1, p. 79-86, Jan. 2000.

CIDADES@: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>. Acesso em 12/1/2010.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000.

CORREA, A. R. **Casos de leptospirose em Santa Maria-RS, no ano de 2002.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia)-Universidade Federal de Santa Maria, 2003.

COSTA, E. et al. Formas graves de leptospirose: aspectos clínicos, demográficos e ambientais. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 3, p. 261-267, maio/jun. 2001.

COSTA, M. C. N.; TEIXEIRA, M. G. L. C. A concepção de “espaço” na investigação epidemiológica. **Cadernos de saúde pública**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 271-279, 1999.

DALAZOANA, R. **Estudos dirigidos à análise temporal do datum vertical brasileiro.** 2005. 188 f. Tese (Doutorado em Ciências Geodésicas)-Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2005.

D'ALGE, J. C. L. Coordenadas geodésicas e sistemas de informação geográfica. In: CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO DA AMÉRICA LATINA (GIS BRASIL'99), 5., 1999, Salvador. Anais... Salvador, 1999. 1 CD-ROM... 5 p.

DANA, P. H. NCGIA **Core Curriculum in Geographic Information Science: the shape of the Earth.** Department of Geography, University of Texas at Austin, USA,

1997. Disponível em: <http://www.ncgia.ucsb.edu/giscc/units/u015/u015_f.html>. Acesso em 20/9/9.

DATASUS. **Informações de saúde**: epidemiológicas e de morbidade. Brasília, 2007. Disponível em <www.datasus.gov.br/>. Acesso em 12/12/2007.

DELBEM, A. C. B. et al. Fatores de risco associados à soropositividade para leptospirose em matrizes suínas, **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 3, p. 847-852, maio/jun. 2004.

DIAS, J. P. et al. Fatores associados à infecção por *Leptospira* sp em um grande centro urbano do Nordeste do Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Rio de Janeiro, v. 40, n. 5, p. 499-504, set./out., 2007.

DIAS, M. H. **Leitura e comparação de mapas temáticos**. Lisboa: Centro de Estudos Geográficos, 1991.

DRUMOND, E. F.; FRANÇA, E. B.; MACHADO, C. J. SIH-SUS e SINASC: utilização do método probabilístico para relacionamento de dados. **Cadernos de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 2, p. 251-264, abr./jun. 2006.

DUARTE, H. H. P.; FRANÇA, E. B. Qualidade dos dados da vigilância epidemiológica da dengue em Belo Horizonte, MG. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 40, n. 1, p. 134-142, jan./fev. 2006.

DUARTE, P. A. **Cartografia temática**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1991. 145 p.

Duarte, P. A. **Fundamentos de cartografia**. 3. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2006. 208 p.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. **ESRI shapefile technical description**: an ESRI white paper. EUA, 1998. 34 p.

FAÇANHA, M. C. Tuberculose: subnotificação de casos que evoluíram para o óbito em Fortaleza-CE. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 25-30, jan./abr. 2005.

FACULDADE DE CIÊNCIAS. Universidade de Lisboa. Introdução à Geodésia. 8 diapositivos, monocr. Disponível em: <<http://webpages.fc.ul.pt/~cmantunes/Geodesia/IG08-SistRefLocais.pdf>>, acesso em 24/9/9.

FARINHA, L. B; SCHMITH, M. D.; EBERT, M. R. **Atenção integral em Leptospirose no município de Santa Maria – RS**, 2003 (documento interno).

FIGUEIREDO, C. M. et al. Leptospirose humana no município de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil: uma abordagem geográfica. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 4, p. 331-338, jul./ago. 2001.

FLANNERY, B. et al. Referral pattern of leptospirosis cases during a large urban epidemic of dengue. **American journal of tropical medicine and hygiene**, Mclean, v. 65, n. 5, p. 657–663, Nov. 2001.

FONSECA, M. G. et al. AIDS e grau de escolaridade no Brasil: evolução temporal de 1986 a 1996. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 1, p. 77-87, jan./mar. 2000.

FORTES, L. P. S.. SIRGAS: O SISTEMA DE REFERÊNCIA PARA O NOVO MILÊNIO. In: SEMINÁRIO SOBRE REFERENCIAL GEOCÊNTRICO NO BRASIL. 1. 2000, Rio de Janeiro. **Trabalhos apresentados**. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2000

FOUCAULT, M. **Microfísica do poder**. Rio de Janeiro: Graal, 1979.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. Centro de Políticas Sociais. **Escassez de médicos**, 2008. p. 104. Disponível em <www.fgv.br/cps>. Acesso em 12/02/2010.

_____. **Retorno da educação no mercado de trabalho**, 2005. p. 29. Disponível em <www.fgv.br/cps>. Acesso em 12/02/2010.

_____. **Trata Brasil: a falta que o saneamento faz**, 2009. p. 141. Disponível em <www.fgv.br/cps>. Acesso em 12/02/2010.

GONÇALVES, V. F. et al. Estimativa de subnotificação de casos de AIDS em uma capital do Nordeste. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v. 11, n. 3, p. 356-364, set./dez. 2008.

HAIR, J. F. et al. **Análise multivariada de dados**. 5ª ed. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2005.

HIDROWEB: Sistema de informações hidrológicas. Agência Nacional de Águas. Disponível em <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em 12/1/2010.

HÜNTER, M. D. et al. Pneumonia por Leptospirose. **Jornal de Pneumologia**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 229-232, jul./ago. 2002.

IBGE. **Censo 2010**: os primeiros passos. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 20 p.

_____. **Censo Demográfico 2000**. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em 18/7/2007.

_____. **Censo Demográfico 2000**: agregado por setores censitários dos resultados do universo. Documentação do arquivo. 2ª Ed, Rio de Janeiro, 2003. 157 p.

_____. **Noções básicas de cartografia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. 44 p.

IDO, Y. et al. The rat as a carrier of spirochaeta icterohaemorrhagie, the causative agent of weill's disease (spirochaetosis icterohaemorrhagica). **The journal of experimental medicine**, Feb., 1917. Disponível em < jem.rupress.org/cgi/reprint/26/3/341.pdf>. Acesso em 18/11/2009.

JORGE, M. H. P. M.; LAURENTI, R.; GOTLIEB, S. L. D. O Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM: concepção, implantação e avaliação1. In: BRASIL. Ministério da Saúde. **A experiência brasileira em sistemas de informação em saúde – volume 1**. Brasília: Ministério da Saúde, 2009. p. 71-108.

KARANDE, S. et al. An observational study to detect leptospirosis in Mumbai, India, 2000. **Archives of Disease in Childhood**, London, v. 88, n. 12, p. 1070-1075, Dec. 2003.

KATZ, A. R. et al. Assessment of the clinical presentation and treatment of 353 cases of laboratory-confirmed leptospirosis in Hawaii, 1974–1998. **Clinical infectious diseases**, Chicago, v. 1, n. 33, p. 1838-1841, Oct. 2001.

KO, A. I. et al. Urban epidemic of severe leptospirosis in Brazil. **The Lancet**, London, v. 354, n. 9181, p. 820-825, 1999.

KOCH, T. **Cartographies of diseases: maps, mapping, and medicine**. California: ESRI Press, 2005.

KOPF, A. W.; RIGHI, L. B.; BOHRER, P. R. Inovações nas relações entre níveis subnacionais de governo na gestão da saúde: o caso da gestão de recursos da municipalização solidária em uma região do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DEL CLAD SOBRE LA REFORMA DEL ESTADO Y DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA. 8., 2002, Lisboa. **Anais...** Lisboa, 2002.

KURIAKOSE, M. Leptospirosis in a midland rural area of Kerala State. **Indian Journal of Medical Research**, New Delhi, n. 128, n. 9, p. 307-312, Sept. 2008,

LEVETT, P. N. Leptospirosis. **Clinical microbiology reviews**, Washington, v. 14, n. 2, p. 296-326, Apr./June 2001.

LEVETT, P. N.; Branch, S. L.; Edwards, C. N. Detection of dengue infection in patients investigated for leptospirosis in Barbados. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, Mclean, v. 62, n. 1, p. 112-114, Jan. 2000.

LOBO, E. A. et al. Estudo comparativo do padrão sorológico de animais domésticos potencialmente transmissores de leptospirose no município de SANTA CRUZ DO SUL, RS, BRASIL, entre os anos 2002 e 2003. **Caderno de Pesquisa Série Biologia**, Santa Cruz do Sul, v. 16, n. 2, p. 47-64, jul./dez. 2004

LOCH, R. E. N. **Cartografia: representação, comunicação e visualização de dados espaciais**. Florianópolis: Ed da UFSC, 2006. 313 p.

MATZENAUER, R. et al. Regime anual e estacional de chuvas no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15., 2007, Aracaju. **Anais...** Aracaju, 2007.

MEDRONHO, R. A. Estudos Ecológicos. In: _____. **Epidemiologia**, São Paulo, Ed: Atheneu, 2003.

MEMÓRIA, J. M. P. **Breve história da estatística**. Brasília. Ed: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 111 p.

MENEZES, P. M. L.; FERNANDES, M. C. Considerações sobre Escala em Mapeamentos Geomorfológicos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 4., 2002, São Luis. **Anais...** São Luís, 2002.

MENEZES, P. M. L.; NETO, A. L. C. Escala: Estudo de Conceitos e Aplicações. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 19., 1999, Recife. **Anais...** Recife, 1999.

MIRANDA, E. E. de; GOMES, E. G. GUIMARÃES, M. **Mapeamento e estimativa da área urbanizada do Brasil com base em imagens orbitais e modelos estatísticos**. Campinas: Embrapa - Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.urbanizacao.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 1 fev. 2010.

MORGAN J. et al. Outbreak of leptospirosis among triathlon participants and community residents in Springfield, Illinois, 1998. **Clinical infectious diseases**, Chicago, v. 15, n. 12, p. 1593-1599, May 2002.

NASA. **Gravity Recovery And Climate Experiment – GRACE**: gravity anomaly maps and the geoid. Disponível em: <<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/GRACE/page3.php>>, acesso em 20/9/9.

NOSSA, P. N. M. S. **Abordagem geográfica da oferta e consumo de cuidados de saúde**. 2005. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade do Minho, Portugal, 2005.

NUNES, F. C. **Análise espacial da leptospirose na cidade de Salvador - Bahia, no período de 1996-2006**. 2007. 81 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública)– Escola Nacional de Saúde Pública, 2007.

OLIVEIRA, J. A. **História da cartografia e geodésia**. 2009. 17 diapositivos, color. Disponível em <www.ufrb.edu.br/>, acesso em 12/9/2009.

OLIVEIRA, M. E. P. et al Avaliação da completitude dos registros de febre tifóide notificados no SINAN pela Bahia. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v. 18, n. 3, p. 219-226, jul./set. 2009.

OPAS - Organização Pan-Americana da Saúde. **A Saúde no Brasil – 2002**: Documento preparado pela Representação da OPAS no Brasil, em junho de 2001, para subsidiar a elaboração de La Salud em las Américas, edición de 2002, Brasil,

2001. Disponível em <www.opas.org.br/informacao/UploadArq/versao_fev_2003.pdf>. Acesso em 05/01/2009.

PALANIAPPAN, R. U. M.; RAMANUJAM, S.; CHANG, Y. Leptospirosis: pathogenesis, immunity, and diagnosis. **Current Opinion in Infectious Diseases**, Philadelphia, v. 20, n. 3, p. 284-29, May/June 2007.

PANAPHUT, T.; DOMRONGKITCHAIPORN, S.; THINKAMROP, B. Prognostic factors of death in leptospirosis: a prospective cohort study in Khon Kaen, Thailand. **International Journal of Infectious Diseases**, v. 6, n. 1, p. 52-59, 2002.

PAULA, E, V. Leptospirose humana: uma análise climato-geográfica de sua manifestação no Brasil, Paraná e Curitiba. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais...**, Goiânia: INPE, 2005. p. 2301-2308.

PELLEGRINI, D. C. P. **Análise espaço-temporal da leptospirose no município do Rio de Janeiro (1995-1999)**. 2002. 49 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública)– Escola Nacional de Saúde Pública, 2002.

PEREIRA, M. G. **Epidemiologia: teoria e prática**, Rio de Janeiro: Ed, Guanabara-Koogan, 2005. 596 p.

PINA, M. F.; SANTOS S. M. **Conceitos básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia aplicados à saúde**. Brasília: OPAS, 2000. p. 121

QUESADA, P. T. **Conversão, georrefenciamento e análise de dados cadastrais de Santa Maria/RS**. 2009. 153 f. Dissertação (Mestrado em Geomática)- Universidade Federal de Santa Maria, 2009

RECUERO, A. L. C. Leptospirose humana, no ano de 2007, no município de Santa Vitória do Palmar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 35., 2008, Gramado. **Anais...** Gramado, 2008.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria Estadual de Saúde. **Plano diretor de regionalização da saúde**. Porto Alegre, 2002. 148 p.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria Estadual do Meio-Ambiente. **Relatório anual sobre a situação dos recursos hídricos no estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 2007. 71 p.

ROJAS, L. I. et al. Utilização de mapas no campo da epidemiologia no Brasil: reflexões sobre trabalhos apresentados no IV congresso brasileiro de epidemiologia. **Informe Epidemiológico do SUS**, v. 8, n. 2, p. 27-35, 1999.

ROMERO, D. E.; CUNHA, C. B. Avaliação da qualidade das variáveis epidemiológicas e demográficas do Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos, 2002. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 23, n.3, p. 701-714, mar. 2002.

ROMERO, E. C.; BERNARDO, C. C. M.; YASUDA, P. H. Human leptospirosis: a twenty-nine-year serological study in São Paulo, Brazil. **Revista do Instituto de Medicina tropical de São Paulo**, São Paulo, v. 45, n. 5, p. 245-248, Sept./Oct. 2003.

ROUQUAYROL, M.Z; ALMEIDA FILHO, N. **Epidemiologia e saúde**. Rio de Janeiro: Ed. MEDSI, 2003.

RUFINO, I. A. A. **Introdução ao geoprocessamento**. 42 diapositivos, color. 2007. Disponível em: <<http://www.hidro.ufcg.edu.br/>>, acesso em: 24/9/9.

SÁ, C. B. P. et al. Estudo da influência de variáveis climáticas na incidência de leptospirose em Salvador/BA: uma aplicação dos modelos aditivos generalizados mistos In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTATÍSTICA BAYESIANA, 8., 2006, Armação dos Búzios. **Anais...** Rio de Janeiro, 2006. 1 CDROM.

SAATKAMP, E. D. **Geodésia Geral**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Engenharia Rural, Setor de Geodésia e Topografia, 2006. (apostila).

SAMBASIVA, R. R.; NAVEEN, G. Leptospirosis in India and the rest of the world. **The brazilian journal of infectious diseases**, Salvador, v. 7, n. 3, p. 178-193, maio/jun. 2003.

SANTA MARIA. Lei complementar nº 042, de 29 de dezembro de 2006. Cria unidades urbanas, altera a divisão urbana de Santa Maria, dá nova denominação

aos bairros e revoga a Lei Municipal nº 2770/86, de 02/07/1986, Artigos 2º a 25 e dá outras providências.

_____. Escritório da Cidade. **Mapa da cidade:** 1º Distrito – divisão administrativa urbana. Prefeitura Municipal de Santa Maria, 2006b. 1 mapa, color., 176 x 92 cm. Escala 1:15.000.

_____. Secretaria de Município de Planejamento. **Mapa do Município de Santa Maria:** mapa do município com limites distritais. Prefeitura Municipal de Santa Maria, 2007. 1 mapa, color., 62 x 92 cm. Escala 1:100.000.

SARKAR, U. et al. Population-based case-control investigation of risk factors for leptospirosis during an urban epidemic. **American journal of tropical medicine and hygiene**, Mclean, v. 66, n. 5, p. 605-610, 2002.

SNYDER, J. P. **Map projections: a working manual**. Washington: U. S. Government Printing Office, 1997. 383 p.

CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística:** princípios e aplicações. Porto Alegre: Artmed, 2003. 255 p.

SILVA, A. B. **Sistemas de informações georreferenciadas**. Campinas: Ed. da Unicamp, 1999. 236 p.

SILVA, H. R. et al. Leptospirose - infecção e forma subclínica em crianças de Salvador, Bahia. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Rio de Janeiro, v. 36, n. 2, p. 227-233, mar./abr. 2003.

SNOW, J. **Sobre a maneira de transmissão do cólera**. London: John Churchill, 1967. 188 p.

SOTO, F. R. M. et al. Leptospirose Suína. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 74, n. 4, p. 379-395, out./dez, 2007.

SOUZA, W. V.; Carla Magda Allan Santos DOMINGUES, C. M. A. S. Notificação compulsória de doenças e agravos no Brasil: um breve histórico sobre a criação do Sistema de Informação de Agravos de Notificação – SINAN. In: BRASIL. Ministério da Saúde. **A experiência brasileira em sistemas de informação em saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2009. p. 39-48. v.1.

STOILOVA, Y.; POPIVANOVA, N. Epidemiologic studies of leptospiroses in the Plovdiv region of Bulgaria. **Folia Medica**, Plovdiv, v. 41, n. 4, p. 73-79, Oct./Dec. 1999.

TASSINARI, W. S. et al. Distribuição espacial da leptospirose no município do Rio de Janeiro, Brasil, ao longo dos anos de 1996-1999. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 6, p. 1721-1729, nov./dez. 2004.

THE LEPTOSPIROSIS INFORMATION CENTER. Disponível em <www.leptospirose.org>. Acesso em 9/1/2010.

THOUEZ, J. P. **La carte en géographie des maladies**. Département de géographie, Université de Montréal Centre de Recherche, Centre Hospitalier Universitaire. Disponível em <http://fig-st-die.education.fr/actes/actes_2000/thouez/article.htm>, acesso em 12/9/9.

UJVARI, S. C. **A história e suas epidemias**: a convivência do homem com os microrganismos. Rio de Janeiro, Senac Rio; São Paulo, Senac São Paulo, 2003. 311 p.

VADO-SOLÍS, I. et al. Clinical-Epidemiological Study of Leptospirosis in Humans and Reservoirs In Yucatán, México. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, São Paulo, v. 44, n. 6, p. 335-340, nov./dez. 2002.

VAISHNAVI, C. Human leptospirosis, in: MAHTAB, M; RAHMAN, S. (org.) **Liver: a complete book on hepato-pancreato-biliary diseases**. Noida: Elsevier, 2009. p. 445-456.

VEIGA, L. A. K. et al. **Fundamentos de topografia**. Curitiba: UFPR, 2007. 200 p. (Apostila).

VIEIRA, M. L.; GAMA-SIMÕES, M. J. COLLARES-PEREIRA, M. Human leptospirosis in Portugal: a retrospective study of eighteen years. **International Journal of Infectious Diseases**, v. 10, n. 5, p. 378-386, 2006.

WEST, M.; NI, J. **Introduction to Geophysics**: Sea surface and the Geoid. 2003. Disponível em: <<http://geophysics.nmsu.edu/west/introgeophys>>, acesso em: 22/9/9.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Human leptospirosis**: guidance for diagnosis, surveillance and control, 2003. p. 122.

APÊNDICE A - BREVE ENSAIO SOBRE A CARTOGRAFIA

Introdução

Este ensaio tem como alvo os profissionais da área da saúde e como pretensão gerar uma aproximação inicial dos possíveis leitores com o tema geografia e saúde, fornecendo familiarização com ferramentas, conceitos e termos utilizados na cartografia.

A estrutura do texto seguirá a linha de aprendizado do autor dentro da trajetória de instrumentalização que possibilitou a confecção da dissertação no Mestrado em Geomática do Centro de Ciências Rurais da UFSM, incluindo as maiores dificuldades de entendimento e as analogias entre geografia e saúde que possibilitaram a superação dessas dificuldades.

Antes da cartografia em si, uma palavra sobre escala

Apesar de óbvio, é importante lembrar que todo mapa representa necessariamente as áreas mapeadas de maneira reduzida (PINA E SANTOS, 2000).

Profissionais da saúde devem ouvir seus pacientes (sintomas) e perceber alterações não verbalizadas em seus organismos (sinais). No que diz respeito aos sinais, variações no peso ou no diâmetro abdominal, relações entre estatura e envergadura ou mudanças na quantidade e topografia de lesões de pele são eventos observáveis a olho nu ou com algum instrumento simples de medição. No entanto, quando a observação é feita microscopicamente, diz-se que alguns eventos orgânicos ocorrem numa escala muito pequena, ínfima. Por outro lado, na eclosão de uma epidemia, tem-se a idéia de um fenômeno de grande escala. Aqui se identifica uma das primeiras dificuldades de transposição da saúde para a geografia,

pois os exemplos citados tratam de uma escala subjetiva e a escala cartográfica é objetiva (MENEZES ET AL, 2002).

Escala operacional, geográfica e cartográfica

Dentro da saúde é comum o uso da escala operacional, que é definida como a escala de atuação ou operação de um determinado fenômeno e é diretamente proporcional, ou seja, quanto maior o fenômeno, maior a escala (magnitude). Esse conceito assemelha-se ao de escala geográfica, onde quanto maior a área geográfica considerada, maior a escala (amplitude), mas antagoniza o conceito de escala cartográfica que é “a razão de semelhança entre a representação e o mundo real (...) indicando a razão entre comprimentos no mapa e seu correspondente no mundo real” (MENEZEZ et al, 1999).

O termo razão, além de remeter à objetividade, leva a uma relação inversamente proporcional, portanto, para se representar, em um mapa, um evento de grande magnitude operacional e grande amplitude geográfica (uma epidemia) necessita-se de uma escala cartográfica pequena.

Detalhando a escala cartográfica

Menezes et al (1999) nos dão uma idéia da importância do conceito de escala: “A escala é o primeiro elemento cartográfico ou transformação a ser considerada entre a informação geográfica e a informação cartográfica”.

Não há como aprender cartografia sem entender antes a escala que serve de base para qualquer construção cartográfica. A apreensão do conceito de escala permite intuir comparações espaciais entre a realidade e os documentos que a representam (mapas, cartas, plantas) da mesma forma que a apreensão dos conceitos de incidência e prevalência permitem a comparação epidemiológica entre o impacto de duas ou mais patologias.

Dentro dessa linha de entendimento e, sempre que possível, todas as ilustrações produzidas pelo autor, mesmo as de escala geográfica planetária, serão apresentadas em escala cartográfica no decorrer deste texto.

Segundo o IBGE (1999) as linhas do desenho (mapa) são homólogas às linhas do terreno e a sua relação de semelhança ou razão é dada por:

$$E = \frac{d}{D}$$

Onde E é a escala, D é o comprimento tomado no terreno (distância real natural) e d é o comprimento homólogo no desenho. Como a cartografia sempre trabalha com representações reduzidas do mundo real, d sempre será menor do que D ($d < D$). Quanto menor o denominador (D), maior a escala, menor o comprimento tomado no terreno, menor a área representada e maior a quantidade de detalhe (Figura 29).

Aplicação	Tamanho da escala	Representação	Escala
Carta do mundo ao milionésimo	Pequena	Síntese	1:1.000.000
Planta cadastral de uma cidade	Média	Semidetalhe	1:25.000
Planta baixa	Grande	Detalhe	1:50

Figura 29 – Quadro de exemplos de escala cartográfica.

A escala pode ser representada, no mapa, de forma numérica³⁷, gráfica³⁸ ou textual ou conjuntamente das três formas, conforme ilustrado na Figura 30.

³⁷ A escala numérica também pode ser representada como fração: $\frac{1}{25.000}$

³⁸ A escala gráfica divide-se em parte principal e talão (frações).

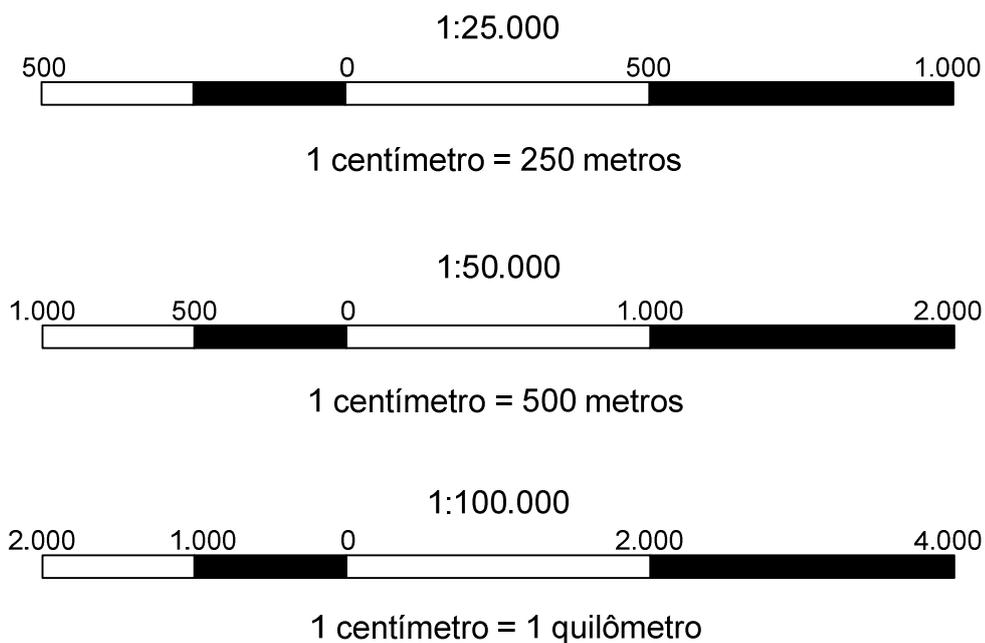


Figura 30 – Exemplos de escala.

Elaborado pelo autor (2009).

No que diz respeito à escolha da escala, leva-se em consideração que o menor valor pontual que um olho humano mediano consegue distinguir é um círculo de 0,2 mm que, no Brasil é adotado como valor aceitável para erro gráfico (MENEZES, 1999). Dessa forma, o erro tolerável, em metros, para uma determinada escala é dado por:

$$e_m = 0,0002 \text{ m} \times D$$

Onde D é a distância tomada no terreno (distância real), ou seja, para representar uma região que possua detalhes com 10 metros de extensão, a escolha da escala é dada por:

$$D = \frac{e_m}{0,0002} = \frac{10}{0,0002} = \frac{100.000}{2} = 50.000$$

Ou seja, 1:50.000 (IBGE, 1999).

Exercitando um pouco mais esta linha de pensamento, para representar Santa Maria e Porto Alegre no mesmo mapa (distância de, aproximadamente 300 km, no sentido leste-oeste), usando 30 cm de uma folha A3 em orientação de retrato, tem-se:

$$\frac{d}{D} = \frac{1}{N} \therefore \frac{0,30}{300.000} = \frac{1}{N} \therefore N = \frac{300.000}{0,3} = 1.000.000$$

Onde N é o módulo, ou seja, a escala seria 1:1.000.000.

Segundo Menezes (1999), “(...) a escala representa um limite de informação que pode ser incluída no mapa, bem como um nível de realidade que pode ser visualizado”. Aumentando-se a escala, aumenta-se o nível de detalhamento do mapa, não se tratando de uma simples ampliação de estruturas, mas sim do aumento da definição das estruturas já representadas na escala menor e da inclusão de outras estruturas não visualizáveis na mesma (PINA e SANTOS, 2000). Esse conceito pode ser observado nas figuras a seguir.

De posse do entendimento do conceito de escala, torna-se possível seguir adiante. O conceito de cartografia pode ser formado a partir do entendimento da sua história.

Conceito de cartografia

Usado no Brasil pela primeira vez em 1839, o vocábulo cartografia significa etimologicamente descrição de cartas. Inicialmente tida como a arte do traçado de mapas, passou em seguida a conter a ciência, a técnica e a arte de representar a superfície terrestre. O conceito atual de cartografia foi definido em 1966 pela Associação Cartográfica Internacional:

“A cartografia apresenta-se como o conjunto de estudos e operações científicas, técnicas e artísticas que, tendo por base os resultados de observações diretas ou da análise de documentação, se voltam para a elaboração de mapas, cartas e outras formas de expressão ou representação de objetos, elementos, fenômenos e ambientes físicos e socioeconômicos, bem como a sua utilização.” (IBGE, 1999)

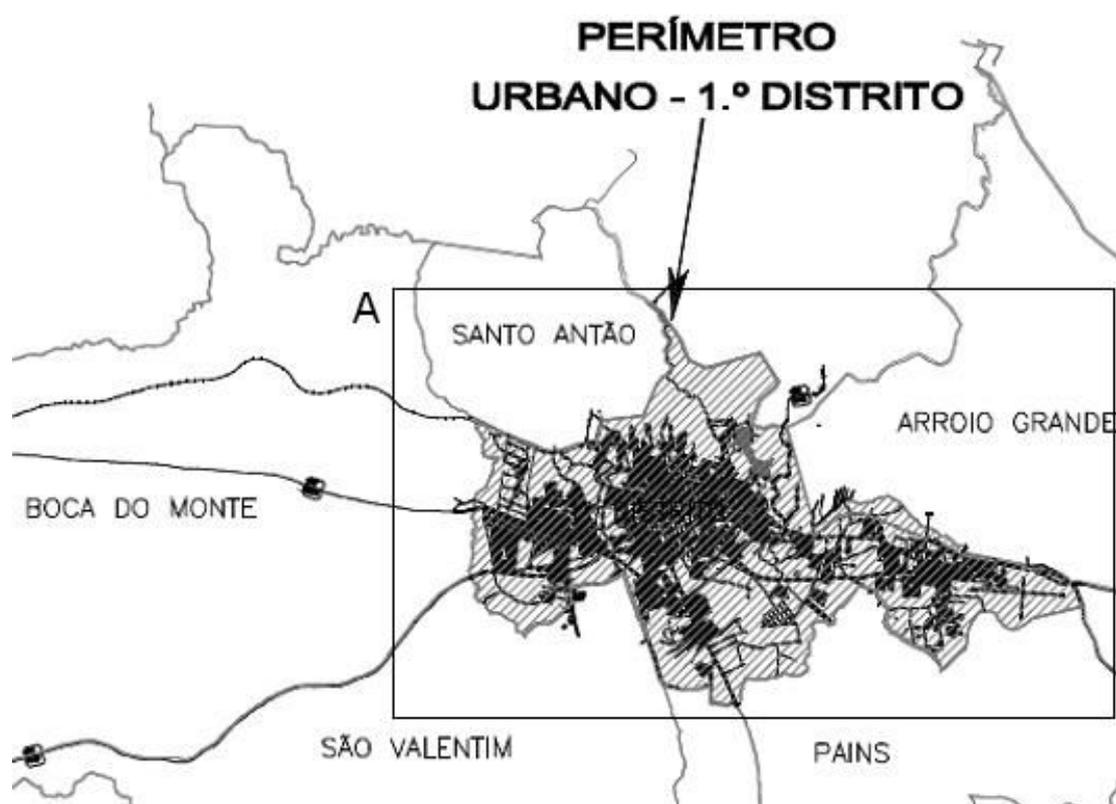


Figura 31 - Limites do núcleo urbano, Santa Maria. Escala 1:300.000.
O detalhe A remete para a Figura 32. Adaptado de Santa Maria (2007).

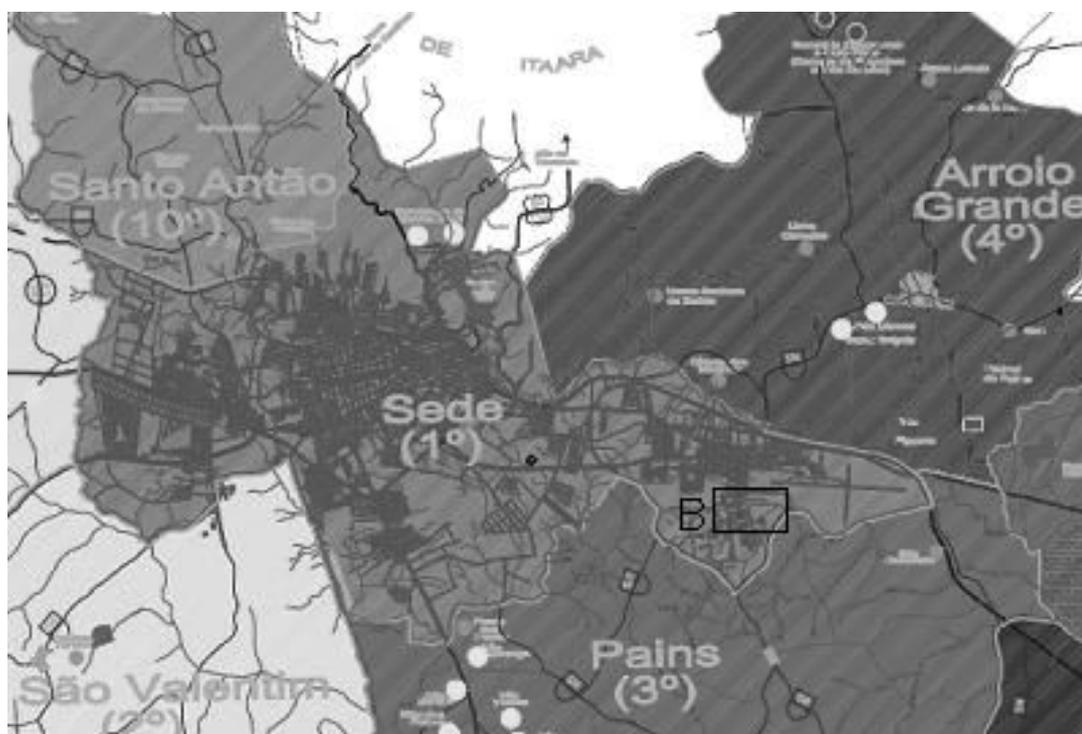


Figura 32 - Limites do núcleo urbano, Santa Maria. Escala 1:100.000.
O Detalhe em B remete para a Figura 33. Adaptado de Santa Maria (2007).

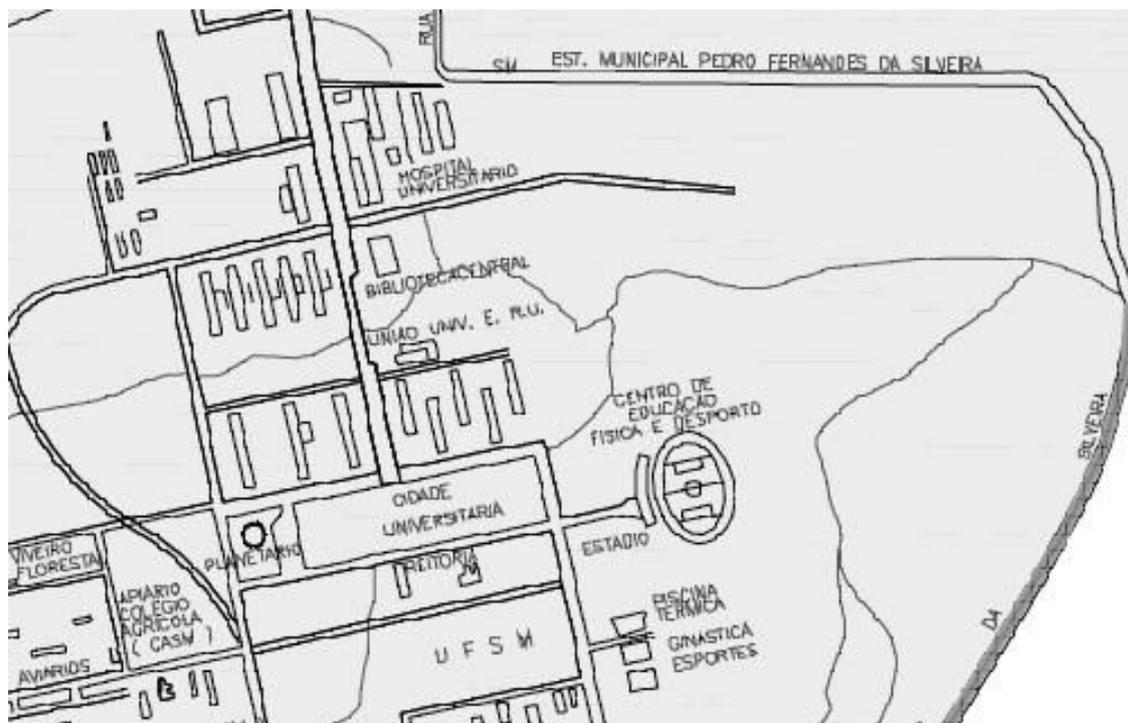


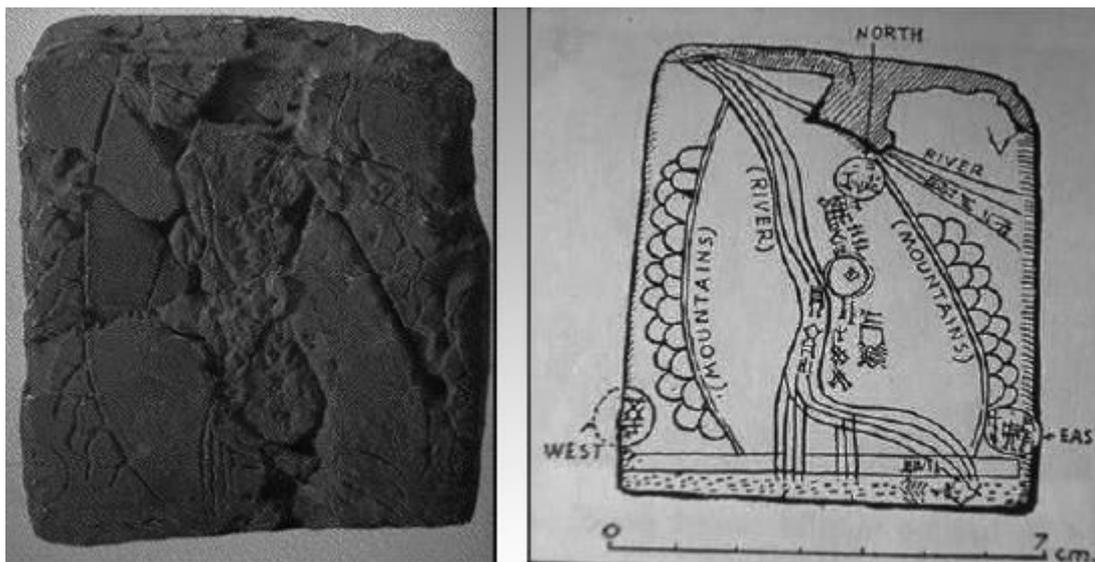
Figura 33 - Detalhe do arruamento e prédios da UFSM. Escala 1:15.000. Adaptado de Santa Maria (2006b).

Um pouco da história da cartografia

O ato de confeccionar mapas, misto de técnica e arte, acompanha o homem em sua história. Quatro mil e quinhentos anos antes de Cristo, os babilônios já produziam mapas em placas de barro e com orientação cardinal (Figura 34), na mesma época em que turcos e hindus também cartografavam seu ambiente.

Segundo Duarte (2006), mais próximo da era cristã e também durante a Idade Média, os chineses marcaram presença com seus mapas portulanos³⁹ para orientação naval, mas foram os gregos os pais da cartografia. Por volta de 500 a.C., Anaximandro de Mileto (que acreditava que a Terra era cilíndrica) produziu um mapa do mundo então conhecido e Eratóstenes de Cirene, diretor da Biblioteca de Alexandria, por meio da geometria, estimou, de forma muito apurada para os recursos da época, a circunferência da Terra, obtendo um resultado próximo a 46 mil quilômetros, muito semelhante à medida real (em torno de 40 mil quilômetros).

³⁹ Mapas com extenso detalhamento dos acidentes costeiros e das rotas marítimas, mas com desprezo a informações no interior dos continentes (DUARTE, 2006).



Tablete de Argila

Mapa de Ga-Sur, 2.500 a.C.

Interpretação do mapa Ga-SUR

Figura 34 – Mapa de Ga-Sur.

Datado entre 3.800 e 2.500 AC, este é considerado um dos mapas mais antigos. Foi encontrado na região da Mesopotâmia e representa o rio Eufrates e acidentes geográficos adjacentes. É uma pequena placa de barro cozido que cabe na palma da mão e que foi descoberta perto da cidade de Harran, no nordeste do Iraque atual (OLIVEIRA, 2009).

Na Figura 35, vê-se que Eratóstenes estimou o comprimento de um arco de meridiano e calculou a circunferência da Terra, comparando a inclinação da sombra de uma haste em Alexandria ($7^{\circ} 12'$ ou $1/50$ de um círculo), no mesmo dia em que o sol incidia perpendicularmente em um poço na cidade de Siena (solstício de verão⁴⁰), supondo que as duas cidades estavam no mesmo meridiano e medindo (a pé) a distância entre elas. (SAATKAMP, 2006).

Entretanto, o grego que mais influenciou a cartografia foi Ptolomeu (90 a 168 d.C.). Ele escreveu vários volumes sobre astronomia, matemática, geografia, métodos de observações astronômicas e cartografia. Na sua obra constava um mapa-múndi e diversos mapas, constituindo-se num dos atlas mais antigos que se tem notícia (DUARTE, 2006). Assim como os ensinamentos de Hipócrates, a obra de Ptolomeu sobreviveu à Idade Média, época mais pobre da cartografia (e medicina) ocidental, graças aos árabes, retornando ao ocidente com o Renascimento.

⁴⁰ Para maiores detalhes sobre o termo solstício ver o item 0.

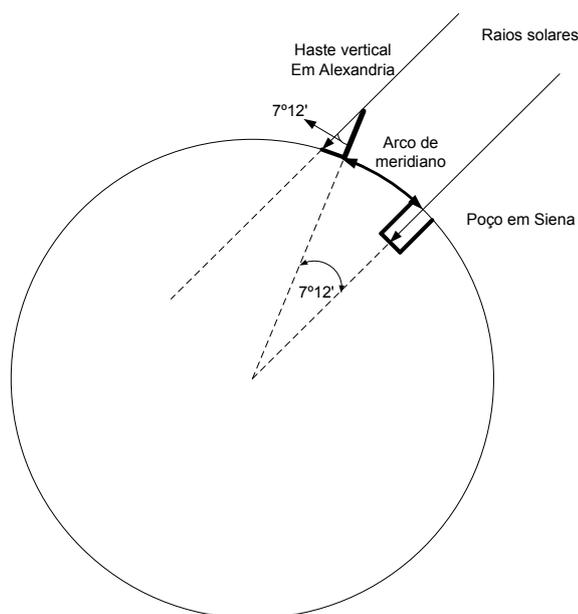


Figura 35 – Experimento de Eratóstenes.
Adaptado de Saatkamp (2006). Figura fora de escala em função da compreensão.

O belga Gerhard Mercator (1512-1594) foi um marco para a cartografia moderna, sendo que muitos de seus trabalhos reformularam os estudos de Ptolomeu. Notabilizou-se pela elaboração de uma projeção cartográfica, com meridianos retos e equidistantes e paralelos retos, porém cada vez mais espaçados entre si na direção dos polos, utilizada na produção de seu mapa-múndi⁴¹. Como consequência do trabalho de muitos anos, reuniu um conjunto de mapas numa publicação, criando o termo atlas (DUARTE, 2006).

Franceses, holandeses e ingleses em suas expedições acabaram por influenciar o desenvolvimento da cartografia nas nações conquistadas. É o caso do Brasil em relação a Portugal, inicialmente com o mapeamento da Colônia e suas rotas e locais de exploração e mais tarde, no período imperial, com fins militares.

A história da cartografia em saúde

⁴¹ A projeção de Mercator é largamente utilizada nos dias de hoje e será tratada em tópico específico.

Segundo Koch (2005), no que diz respeito à história da cartografia em saúde, os primeiros mapas registrados (final do século XVII) foram confeccionados com o advento da epidemia de peste na província italiana de Bari. O mapa, ilustrado na Figura 36, mostra as áreas mais afetadas e os limites de uma quarentena militar imposta para impedir a progressão da epidemia.

Entre o fim do século XVIII e o início do século XIX, ainda na vigência da teoria dos miasmas⁴², pesquisadores nova-iorquinos conseguiram, com o auxílio do mapeamento de casos, perceber que a febre amarela não era uma patologia que se espalhava com o ar, mas que tinha relação com lugares onde havia acúmulo de lixo. Embora tivessem registrado que nesses locais havia uma praga de mosquitos, a sua presença foi atribuída como consequência dos mesmos miasmas que geravam a doença (KOCH, 2005).

Nesse período, pesquisadores ingleses e irlandeses estudaram a relação entre febre amarela, cólera e outras patologias, relacionando-as com distribuição geográfica, demografia e fatores socioeconômicos e sanitários, também com o auxílio de mapas (Figura 37). Apesar da manutenção do viés miasmático, estava inaugurado o ato de transportar as estatísticas demográficas e sanitárias para mapas (KOCH, 2005).

Já no meio do século XIX, o anestesiista inglês John Snow, além de ser considerado o pai da epidemiologia por seus estudos sobre a epidemia do cólera, também revolucionou a cartografia em saúde. Na busca da etiologia da doença, ele visitou numerosas residências, realizando um minucioso estudo dos pacientes, de seus hábitos e do ambiente onde viviam, inclusive com coleta e análise de amostras de água (PEREIRA, 2005).

Mapeando a morbidade e mortalidade do cólera, Snow conseguiu implicar a água como veículo do agente infeccioso três décadas antes da identificação do vibrião colérico⁴³. Em 1849, percebeu que 80 casos da doença estavam relacionados a um poço que recebia infiltração do esgoto e, fechando o poço, interrompeu o ciclo da doença. Em 1854, fez o histórico estudo de Broad Street,

⁴² Na teoria dos miasmas a causa das doenças era a má qualidade do ar, proveniente de emanções da decomposição de animais e plantas (o termo malária tem origem na junção de mal e ar). As epidemias seriam causadas pelas emanções dos doentes atingindo os indivíduos susceptíveis (PEREIRA, 2005).

⁴³ "(...) doenças transmitidas de pessoa a pessoa são causadas por alguma coisa que passa dos enfermos para os sãos e que possui a propriedade de aumentar e se multiplicar nos organismos dos que por ela são atacados (...)" (SNOW, 1855).

quando mais de quinhentas pessoas morreram em apenas 10 dias, tendo em comum o uso de água de um mesmo poço. Snow chegou a essa conclusão com um extenso levantamento epidemiológico e do mapeamento ilustrado na Figura 38.

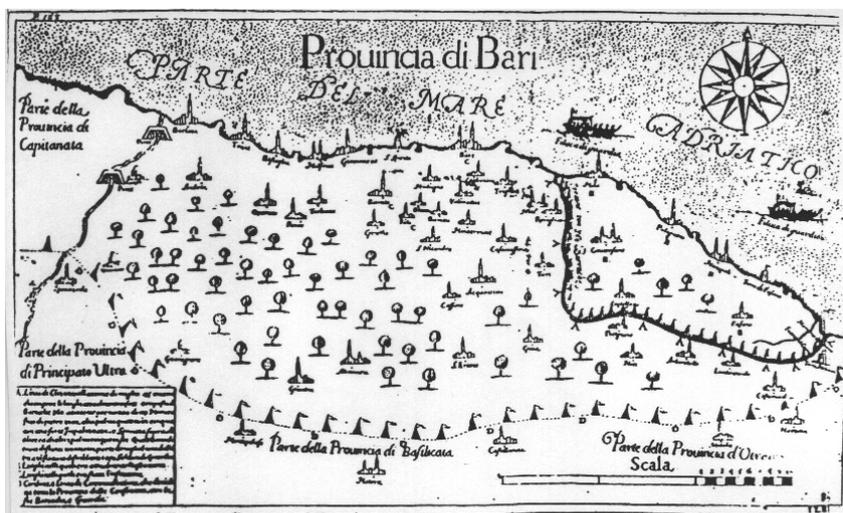


FIG. 1. Map of the Province of Bari, from Arrieta (n. 5). There are two cordons or circumscriptions. Maritime control is maintained by feluccas. (Courtesy of the New York Academy of Medicine.) 1694

Figura 36 – Mapa da peste em Bari, 1694, por Filippo Arrieta. Adaptado de Thouez (2009).



Figura 37 - Mapa das condições sanitárias da cidade de Leeds, na Inglaterra, em 1832.

As regiões claras indicam as áreas “limpas” e as regiões escuras, as “sujas” (CHADWICK, 1842).

Por meio dessa suspeita, comparou a mortalidade relacionada ao consumo de água das duas principais companhias fornecedoras e percebeu que aquela que coletava água do Rio Tamisa em pontos a jusante da cidade de Londres, ou seja, após o recebimento de dejetos cloacais pelo rio apresentava taxas de mortalidade cinco vezes maiores do que as companhias com coleta a montante da cidade (UJVARI, 2003; PEREIRA, 2005).



Figura 38 – Mapa e detalhe do mapa de John Snow, Londres, 1859.

Cada traço em preto representa uma morte por cólera. O detalhe mostra a grande concentração de casos ao redor da bomba de Broad Street (SNOW, 1967).

Além de um grande exemplo de epidemiologia de campo e de experimento natural, Snow processou e analisou dados numa base cartográfica, sendo provavelmente um dos mais precoces Sistemas de Informações Geográficas – SIG, utilizados na área da saúde. Segundo Koch (2005), em várias situações, sua análise deu-se mais pela avaliação cartográfica e espacial do que pela estatística ou quantitativa.

No caso da bomba de Broad Street, em um de seus mapas Snow desenhou um polígono irregular da área de influência de cada ponto de fornecimento de água, utilizando, no lugar da distância euclidiana entre cada bomba, a distância média percorrida a pé para se acessar os pontos de fornecimento de água pela população (Figura 39). Esse polígono foi utilizado para relacionar a densidade de mortes por cólera com seu ponto central (a bomba), fazendo-o observar que dois terços dos casos estavam contidos em seu interior e que ocorria uma diminuição dos casos em direção à borda (região de intersecção com a área de influência de outras bombas).

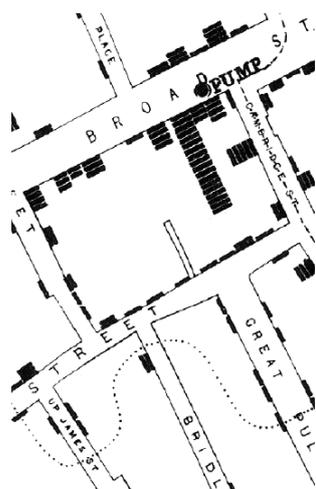


Figura 39 – Detalhe do mapa de John Snow: margem de influência da bomba de Broad Street. (SNOW, 1967).

Segundo Bonfim e Medeiros (2008), em 1768, o médico escocês James Lind buscava explicações para a distribuição de doenças, inclusive com a determinação de áreas geográficas específicas e o termo geografia médica surgiu em 1792 na obra de Ludwig Finke.

Vários autores (KOCH, 2005; BOUSQUAT e COHN, 2004; NOSSA, 2005; BONFIM e MEDEIROS, 2008) comentam o divórcio ocorrido entre a geografia e a medicina no final do século XIX e início do século XX. Com o desenvolvimento da microbiologia e a vitória da teoria dos germes sobre a teoria dos miasmas, o meio ambiente perdeu a importância que vinha apresentando desde Hipócrates.

Tem-se, então, a concepção de doença admitindo como única etiologia o agente infeccioso, em detrimento do enfoque que considerava a influência do espaço nos processos de saúde-doença (BOUSQUAT e COHN, 2004). Para Bonfim e Medeiros (2008): “A concepção de espaço como ambiente físico, abstraído da ação humana, consolida-se no interior da geografia, enquanto que na medicina prevalece o paradigma biológico-individual.”

Com esse rompimento, a cartografia passa a ser mero instrumento ilustrativo da epidemiologia e a relação só começa a ser reconstruída com a superação do paradigma da unicausalidade, caracterizada pelo avanço da teoria da multicausalidade, ocorrido entre as décadas de 1930 e 1950. O conceito do foco natural das doenças desenvolvido pelo parasitologista russo Pavlovsky e o conceito

de complexo patogênico do geógrafo francês Sorre, desenvolvidos respectivamente nas décadas de 1930 e 1940.

Esses autores desenvolveram relevantes contribuições teóricas sobre o conceito de espaço ligado ao estudo das doenças transmissíveis, abrangendo não apenas o agente infeccioso, mas também a associação entre as espécies, os aspectos geofísicos e a biologia geral do ambiente. Sorre ampliou o trabalho de Pavlovsky, enfatizando a acepção ecológica das relações entre o homem e o meio, além de preocupar-se em fornecer bases conceituais à geografia médica, permitindo, assim, investigações de natureza interdisciplinar⁴⁴ (BONFIM e MEDEIROS, 2008).

Após a II Guerra Mundial, a maioria dos países desenvolvidos procura combater e erradicar definitivamente as patologias infecciosas como principal causa de morte, retomando a questão ecológica, centrada nas possíveis associações entre a ocupação, o ambiente e as doenças. Nesse contexto a Geografia Médica é reconhecida oficialmente pela União Geográfica Internacional em 1949 (NOSSA, 2005).

As primeiras aplicações de geoprocessamento datam da década de 50, utilizando-se computadores de grande porte para o planejamento urbano e, posteriormente, para a análise ambiental (ROJAS et al, 1999). O desenvolvimento da computação eletrônica e os avanços na área da estatística fazem com que, no final da década de 1980, iniciem no campo da saúde os estudos que utilizam os Sistemas de Informação Geográfica - SIG para localização e distribuição espacial da ocorrência de doenças. O grande avanço tanto dos recursos computacionais, quanto das técnicas de geoprocessamento, a partir da década de 1990, além dos aplicativos livres e de baixo custo, possibilitam a rápida confecção e manipulação de mapas, além da análise espacial (BONFIM e MEDEIROS, 2008, ROJAS et al, 1999)

Entendendo o objeto da cartografia (a Terra) por meio da Geodésia

⁴⁴ No Brasil, em 1946, a obra *Geografia da Fome* de Josué de Castro, que pode ser considerada a primeira obra de geografia da saúde escrita por um geógrafo latino-americano, demonstrou que a explicação para a fome na região Nordeste do Brasil não estava no clima, como afirmava a vertente naturalista, mas sim, na sociedade (BONFIM e MEDEIROS, 2008).

Assim como nosso corpo é dinâmico e os átomos que o compõe hoje, provavelmente, não guardam nada dos átomos presentes no dia do nascimento, a geodésia⁴⁵ nos ensina que não existe absolutamente nada fixo no universo. Mesmo o solo em que se pisa está submetido às marés terrestres (que podem chegar a até 50 cm de amplitude em alguns pontos) e está sempre em movimento.

Tempo, movimento e gravidade são conceitos inter-relacionados. Embora o tempo seja uma convenção humana, sua medição depende da observação de eventos cíclicos, desde os menos exatos, como um giro da Terra sobre o seu eixo, até os mais exatos, como os períodos de radiação de um átomo (tempo atômico). Portanto, sem movimento não há tempo e sem gravidade não há movimento (sendo esta última afirmação recíproca), estando a forma e os movimentos da Terra interligados.

A forma

Quanto à forma da Terra, já faz parte do senso comum o fato dela não ser redonda, mas achatada nos polos. É preciso reforçar que isso é imperceptível se ela for vista do espaço. É como tentar perceber, numa foto de corpo inteiro e com os braços abertos, que a envergadura de uma pessoa de 1,75 m é cinco milímetros maior que sua estatura. Segundo Saatkamp (2006), esse achatamento faz com que na linha do equador o planeta seja aproximadamente 22 quilômetros mais largo do que na linha dos polos, formando a figura geométrica de um elipsóide de revolução com o eixo maior (a) tendo 6378,1 Km , o eixo menor (b) tendo 6536,7 Km e o achatamento (calculado pela fórmula $f = 1 - a/b$) $1/298,257222101$ (~22Km).

Conforme o mesmo autor, esse achatamento ocorre porque a Terra não é um bloco sólido e homogêneo, mas sim uma casca superficial e maleável que flutua sobre um núcleo de magma, ou seja, é visco-elástica. Tanto crosta quanto núcleo possuem regiões de densidades diferentes e que se submetem de forma diversa às forças gravitacionais. O movimento de rotação produz uma resultante gravitacional máxima nos polos, onde a força centrífuga concorrente é igual a zero e uma

⁴⁵ Para não assustar os leitores da área da saúde, o conceito de geodésia será construído de forma intuitiva ao longo do tópico e descrito objetivamente no final do mesmo.

resultante mínima no equador, onde a força centrífuga é máxima (maior diâmetro), o que leva ao achatamento dos polos ou ao abaulamento do equador (Figura 40).

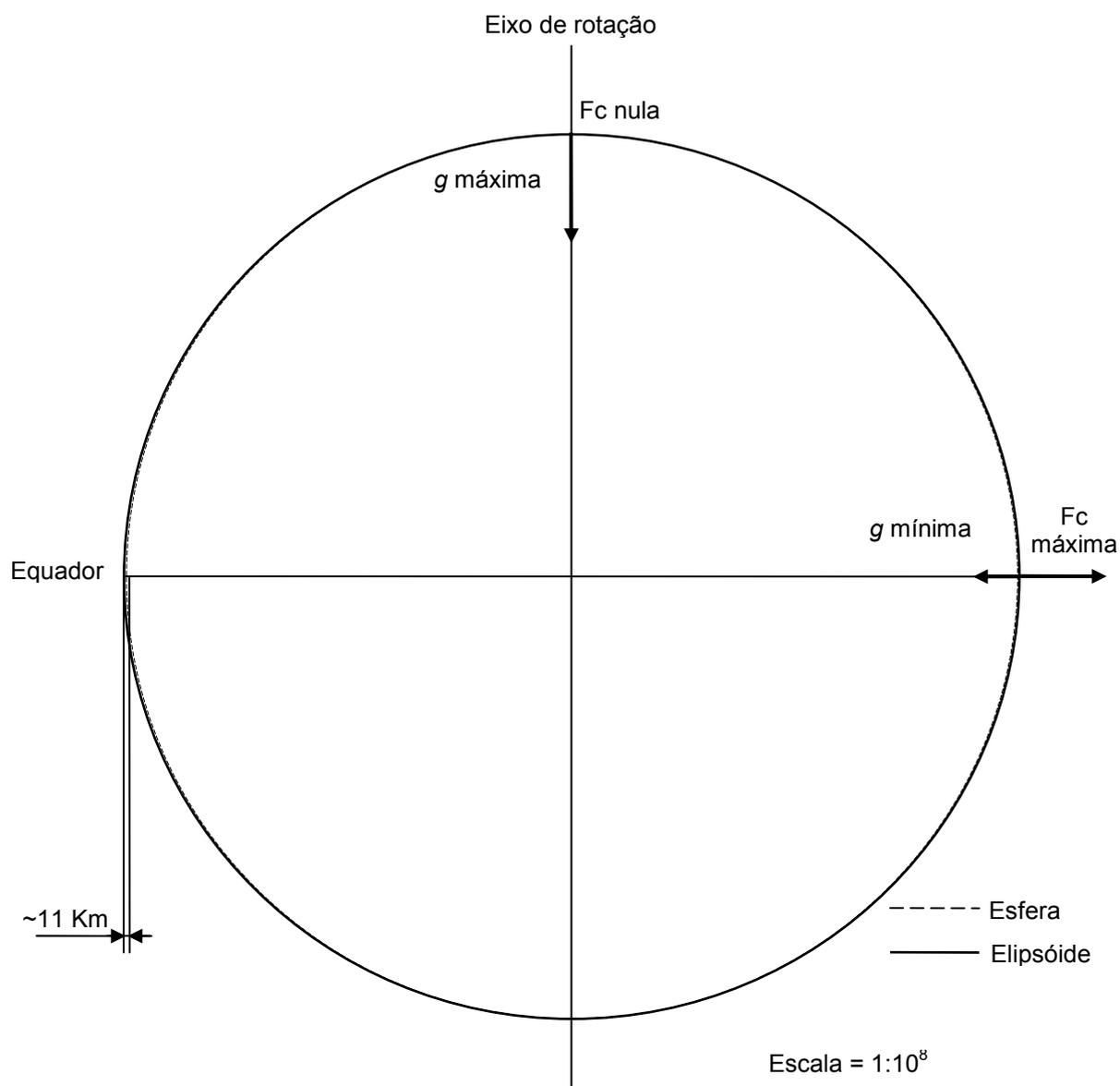


Figura 40 – Influência das forças centrífuga e gravitacional na forma do elipsóide.

A diferença, praticamente imperceptível, entre o elipsóide e a esfera, é observada próxima ao Equador, onde a linha cheia afasta-se da linha tracejada. g = resultante gravitacional, F_c = força centrífuga. Elaborado pelo autor (2009).

E mais, além de não ser uma esfera, a forma da Terra apenas se aproxima da forma de um elipsóide. Essa aproximação fornece uma exatidão de cálculos bem maior que a aproximação esférica (a forma adotada dependerá da precisão desejada em uma dada aplicação), mas ainda fica distante da forma real, que está

mais próxima de um geope específico, que é o geóide. Geope é toda superfície equipotencial do campo de gravidade da Terra, ou seja, uma superfície onde todos os pontos estão submetidos ao mesmo vetor de gravidade. O geóide, por sua vez, é definido como “a superfície equipotencial do campo de gravidade da Terra que melhor se ajusta ao nível médio dos mares”. Como o geóide apresenta o mesmo valor de gravidade em toda a sua superfície e o planeta é visco-elástico, regiões de densidades diferentes reagirão de forma específica à gravidade e apresentarão altitudes diferentes (Figura 41). O geóide também é uma forma aproximada, utilizada para dar mais precisão em cálculos altimétricos (enquanto a superfície física da Terra varia de +8.850 Km – Monte Everest, até -11.000 Km - fossa das Marianas – o geóide varia de ± 100 m em relação ao elipsóide - Figura 41 e Figura 42).

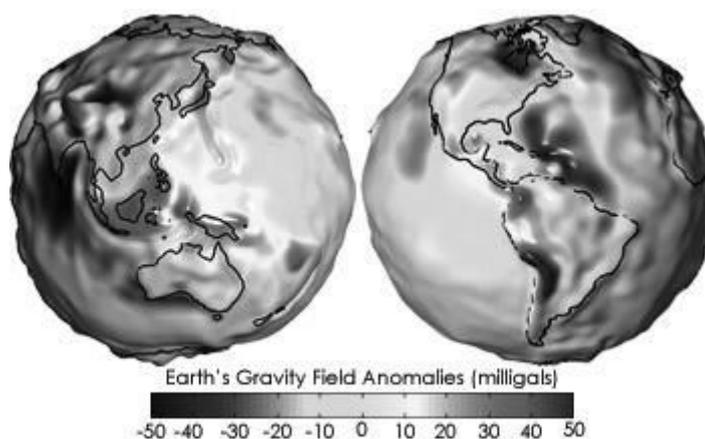
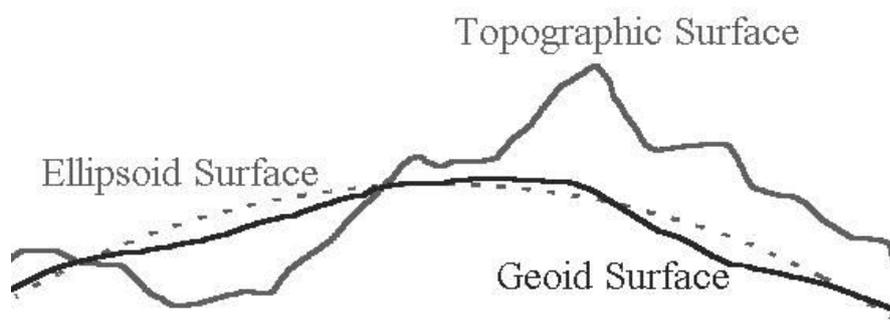


Figura 41 – Representação gráfica das ondulações do geóide.
Adaptado de NASA (2009)

Os movimentos

É importante ressaltar que o planeta possui vários outros movimentos além da rotação em torno do seu eixo e da translação ao redor do sol, com vários outros efeitos além do passar dos dias e dos anos. A órbita terrestre possui uma trajetória elíptica, com o sol localizado num dos focos da elipse e o plano ocupado por essa trajetória é chamado de Eclíptica⁴⁶ (Figura 43).

⁴⁶ As eclipses ocorrem quando Sol, Lua e Terra ocupam este mesmo plano.



Earth Surfaces

Peter H. Dana 9/1/94

Figura 42 – Modelos de superfície terrestre .
Adaptado de Dana (1997).

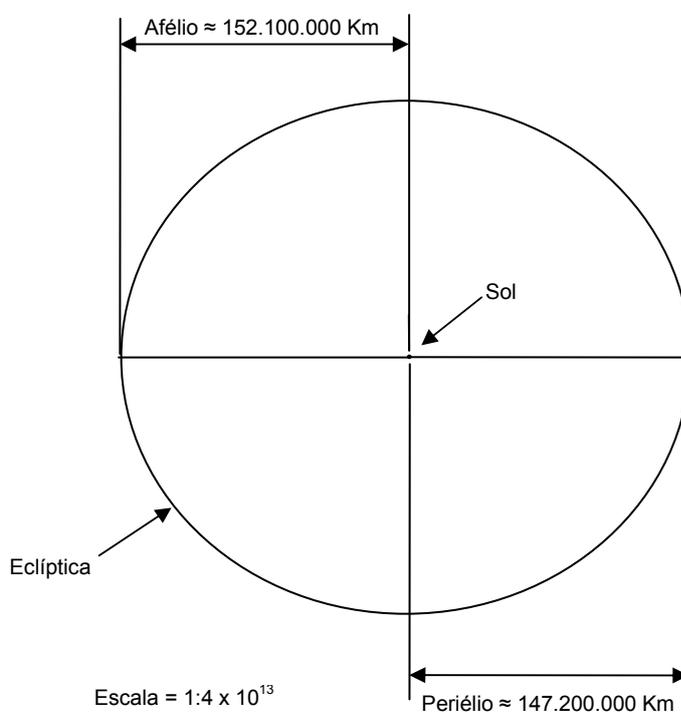


Figura 43 – Representação da Eclíptica.

Nesta escala, o Sol aparece como um ponto de, aproximadamente, 0,35 mm, ocupando um dos focos da elipse. Se a Terra fosse visível, seria um ponto de cerca de 0.00000003 mm. Afélio = maior distância da Terra ao Sol. Periélio = menor distância da Terra ao Sol. A distância média é igual a uma Unidade Astronômica (UA) = 150.000.000 Km. A distância da Terra ao Sol não interfere nas estações do ano, que são definidas pela inclinação do eixo de rotação da Terra em relação ao eixo da Eclíptica. Elaborado pelo autor (2009).

Conforme Duarte (2006), o eixo de rotação da Terra não é perpendicular a esse plano, mas sim deslocado em torno de $23^{\circ} 27'$. Os círculos polares Ártico e

Antártico são delimitados pelo ponto de contato do eixo da eclíptica com a superfície terrestre e os trópicos de Câncer e Capricórnio pela intersecção do plano da eclíptica com a superfície do planeta (Figura 44). Essa inclinação é a principal responsável pelas estações do ano. No solstício (do grego, sol parado) de verão no hemisfério sul, os raios solares incidem perpendicularmente à Terra na linha do Trópico de Capricórnio. No solstício de inverno, ocorre a mesma coisa no Trópico de Câncer. Nos equinócios (do grego, noites iguais) os raios do sol serão perpendiculares ao Equador e durante dois dias por ano o dia e a noite terão a mesma duração (Figura 45).

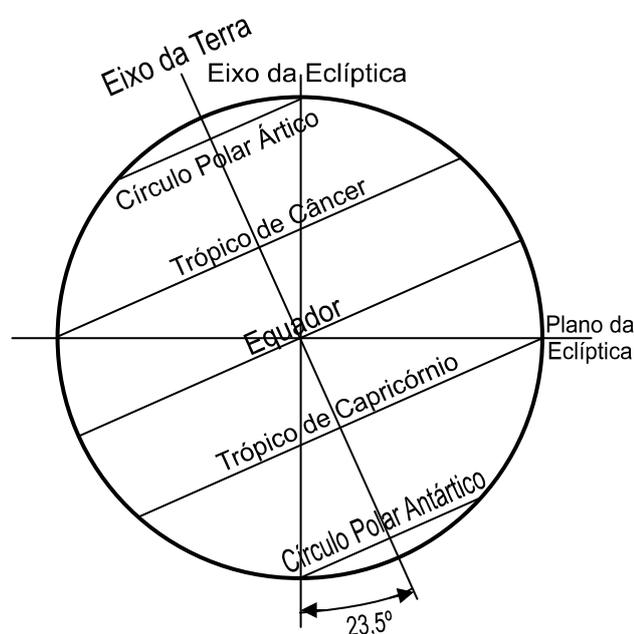


Figura 44 – Critério de determinação dos paralelos especiais.
Adaptado de Duarte (2006). Escala 1:2 x 10⁸

Traduzindo melhor: conforme se vê na Figura 45, para o hemisfério sul, no inverno (solstício de junho) o Sol nasce a nordeste e se põe a noroeste, logo, o maior número de janelas de uma casa deve estar orientado nestas direções para manter a casa aquecida, tanto pela manhã, quanto à tarde. Pelo mesmo motivo, a maior área de telhado deve estar voltada para o norte. Como no verão (solstício de dezembro), o Sol nasce a sudeste e se põe a sudoeste, árvores plantadas com essa orientação evitarão que a casa fique muito quente nesta estação.

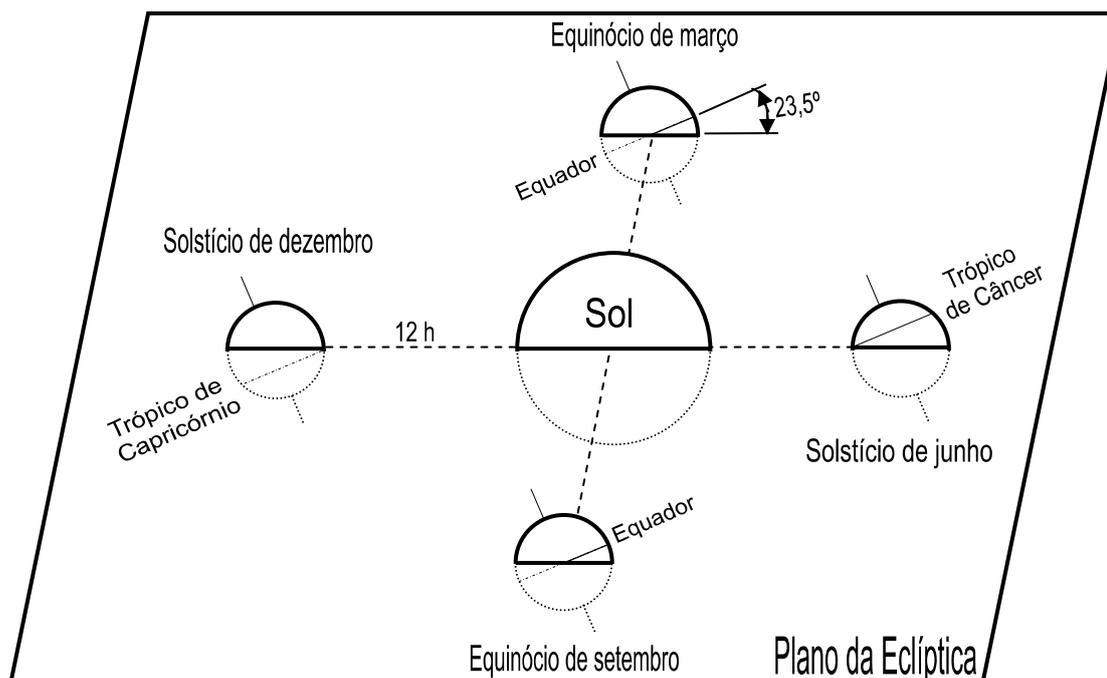


Figura 45 - Representação esquemática das estações do ano em função da inclinação do eixo terrestre em relação ao eixo da Eclíptica. Ilustração fora de escala para privilegiar a compreensão. Elaborado pelo autor (2009).

Segundo Saatkamp (2006), como o eixo de rotação da Terra é deslocado de $23,5^\circ$ em relação ao eixo da eclíptica e pela influência gravitacional do Sol e da Lua, ocorre a precessão luni-solar, que tem período aproximado de 25.868 anos⁴⁷ e consiste num movimento de trajetória cônica do eixo de rotação terrestre (como se fosse um pião). O eixo de rotação ainda sofre “sacudidelas” periódicas por influência principalmente lunar, a nutação, com período aproximado de 18,6 anos (Figura 46). Existem vários outros componentes menores de movimentos causados pela influência gravitacional dos outros planetas do sistema solar e pelo restante do universo, já que a Terra “passeia”, junto com o Sol, pela Via Láctea, numa trajetória helicoidal⁴⁸.

⁴⁷ Como curiosidade, podemos citar que a astrologia baseia-se, em parte, na astronomia. Cada signo zodiacal tem um período de cerca de 2.400 anos e demora aproximadamente 25.868 anos até se completar uma precessão e o eixo da Terra passar por todos os doze signos.

⁴⁸ A Via Láctea, por sua vez, gravita, juntamente com a galáxia de Andrômeda e algumas galáxias menores, ao redor do centro de massa do conglomerado local. Este gira, com vários outros aglomerados de galáxias, ao redor do grande atrator de Virgem, um denso aglomerado de galáxias.

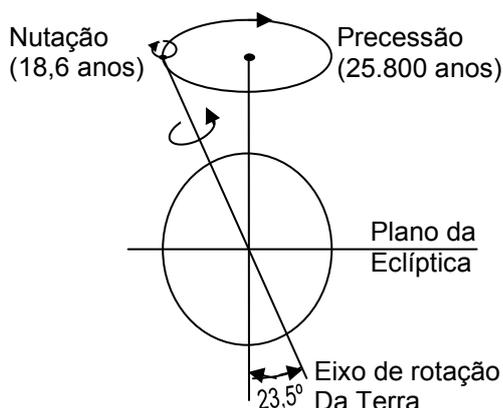


Figura 46 – Movimentos de precessão e nutação.
Adaptado de Torgue (2001 *apud* SAATKAMP, 2006).

Todos os movimentos anteriores são cíclicos matematicamente modeláveis e passíveis de serem considerados em sistemas de alta precisão, mas em razão dos movimentos internos e da forma irregular do planeta, existe uma movimentação da posição média do polo instantâneo, com uma amplitude máxima de 0,5" de arco (~15m). Ou seja, o polo norte e o polo sul mudam constantemente de lugar e de uma forma irregular, de modo que existe um Serviço Internacional de Rotação da Terra para observar e tabelar, periodicamente, essas variações.

O texto acima nos dá uma idéia de alguns conteúdos da disciplina de Geodésia, úteis para o entendimento da linha de pesquisa. Ante o exposto, agora pode-se conceituar a disciplina sem que isso pareça grego: geodésia é a ciência que tem por objetivo determinar a forma e as dimensões da Terra e os parâmetros definidores do campo de gravidade e suas variações temporais, um conceito que poderia ter soado mais complexo, se apresentado no início do tópico.

Assim como a geodésia preocupa-se com todo o planeta e suas relações com todo o resto do universo, a topografia, de forma mais modesta, tem como objetivo, conforme Doubek (1989, *apud* VEIGA et al, 2007): “o estudo dos instrumentos e métodos utilizados para obter a representação gráfica de uma porção do terreno sobre uma superfície plana”. Tanto a geodésia como a topografia fornecem os subsídios científicos para que a cartografia realize o seu produto, a carta, como se verá adiante.

Antes de realizar a carta há que se localizar o ponto: conceitos necessários para a compreensão do processo

“Georreferenciar significa atrelar pontos da Terra (geo) a um referencial, garantindo a concordância e unicidade de suas posições” (SAATKAMP, 2006).

Para se localizar qualquer objeto na superfície terrestre (ou fora dela) é necessário um **sistema de coordenadas**. Um sistema de coordenadas é atrelado a uma **superfície de referência** (em geral um elipsóide), que é uma aproximação geométrica regular ao geóide (irregular), permitindo um tratamento matemático mais simples⁴⁹. O posicionamento do elipsóide em relação ao geóide é dado por um **datum**, conjunto de parâmetros que define o elipsóide utilizado (eixo maior, eixo menor, achatamento) e fixa um ou vários pontos do mesmo a um ou vários pontos do geóide. Por fim, as **projeções cartográficas** efetuarão a transformação de medidas e posições do elipsóide numa superfície plana de referência, com aplicações matemáticas em que cada ponto de uma possa ser associado a um ponto de outra, permitindo a realização de **cartas**.

Nos tópicos a seguir, o detalhamento dos termos grifados:

Sistemas de coordenadas e superfícies de referência

Os sistemas de coordenadas codificam a forma de localização de um ponto e podem ser classificados em planos, esféricos, elipsoidais e geoidais, segundo a superfície de referência utilizada e em topocêntricos e geocêntricos, conforme sua origem seja um ponto na superfície da Terra ou no centro de massa da Terra, respectivamente, ou, ainda, em terrestres, quando referenciados a um ponto na Terra e celestes (ou uranográficos), quando referenciados a um ponto convencionalmente fixo (ou virtualmente fixo) no espaço distante (objetos extragalácticos, em geral quasares (SAATKAMP, 2006)).

⁴⁹ “A cartografia requer uma Terra matematicamente tratável para que os métodos de desenvolvimento das projeções cartográficas possam produzir uma representação matemática da superfície terrestre” (D’ALGE, 1999).

O sistema utilizado dependerá da precisão, da aplicação e da escala. Em levantamentos topográficos de faixas de até 80 km de extensão, a curvatura do planeta pode ser desprezada (VEIGA et al, 2007) e uma superfície de referência plana com um sistema de coordenadas cartesiano (X,Y,Z) será utilizada (Figura 47a). Para cartas em escala pequena (segundo d'Alge (1999), menores que 1:5.000.000) onde a altitude pode ser desprezada⁵⁰ ou em aplicações onde a representação temática é mais importante que a precisão geodésica, será adotada uma superfície de referência esférica com sistema de coordenadas cartesiano curvilíneo. Nesse sistema, a intersecção de meridianos e paralelos forma a rede geográfica, na qual se baseiam as coordenadas de latitude e longitude (ϕ, λ), comumente chamadas de coordenadas geográficas ou astronômicas (Figura 47b).

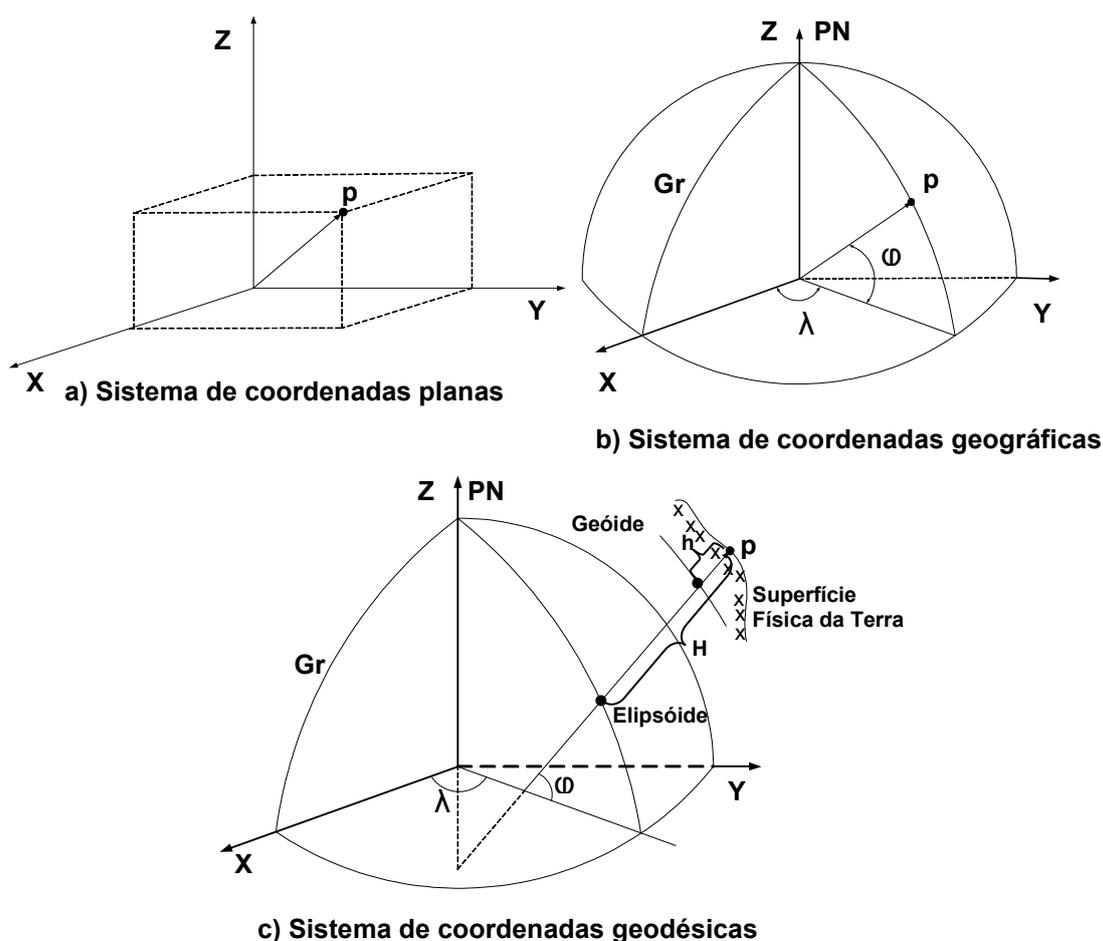


Figura 47 – Sistemas de coordenadas.

PN = Polo Norte; Gr = meridiano de Greenwich; p = ponto; h = altitude geoidal, H = altitude elipsoidal ou ortométrica; ϕ = latitude; λ = longitude. Adaptado de IBGE, 1999.

⁵⁰ Nesta escala os 8.850 km do Monte Everest seriam uma ranhura de 1,77 mm.

Neste caso, paralelos são círculos menores cujos planos são paralelos ao plano do círculo máximo do equador (os paralelos especiais estão descritos na Figura 44) e meridianos são semicircunferências de círculos máximos, com extremos nos polos e cujos planos contém o eixo de rotação do planeta. O único meridiano especial é o de Greenwich ou de origem, que, por convenção, passa pelo observatório homônimo, em Londres, cujo círculo máximo (formado com seu antimeridiano) divide o globo em hemisfério ocidental e oriental (DUARTE, 2006).

A latitude - φ é a distância angular a partir do Equador, até um ponto considerado, sendo positiva ao norte do Equador e negativa ao sul deste, variando de -90° a $+90^\circ$ ou 90°S a 90°N (sendo 0° no Equador).

Similarmente, longitude - λ é a distância em graus (medida paralela ao Equador) a partir do meridiano de Greenwich até o meridiano do ponto, variando de -180° a $+180^\circ$ ou 180°W a 180°E , com 0° em Greenwich (Figura 47b)⁵¹.

Como a latitude é medida ao longo de meridianos e esses são sempre arcos de círculos máximos correspondentes ao diâmetro do planeta, e considerando a circunferência da Terra em torno de 40.000 km, um grau de latitude será igual a 111,11 km ($40.000 \text{ km} / 360^\circ$), um minuto, igual 1,85 km e um segundo de latitude, igual a 30,86 m.

No caso da longitude, que é medida em arcos de círculos menores, paralelos ao Equador, somente neste (círculo máximo) os valores, descritos acima, serão válidos, diminuindo em direção aos polos onde o valor será igual a zero.

Por exemplo, como Porto Alegre está sobre o paralelo 30°S , o raio da circunferência do paralelo 30° (cateto oposto) é igual ao raio da Terra (hipotenusa = 6.378 km) multiplicado pelo seno da colatitude ($\text{sen } 60^\circ = 0,866$), ou seja, 5.507 km, com circunferência ($2\pi r$) igual a 34.607 km. Logo, na linha do paralelo 30°S , um grau é igual a 96,13 km, um minuto a 1,60 km e um segundo a 26,70 metros (Figura 48).

Segundo D'Alge (1999), quando se aproxima uma esfera e um elipsóide concêntricos, embora não haja alterações nas longitudes (tanto o Equador da esfera, quanto do elipsóide são círculos máximos), as alterações nas latitudes (medidas nos meridianos, que na esfera são semicírculos e no elipsóide são semielipses) podem atingir dezenas de quilômetros.

⁵¹ Para efeitos práticos, usam-se as siglas internacionais para os pontos cardeais: N=Norte, S=Sul, E=Leste/Este, W=Oeste

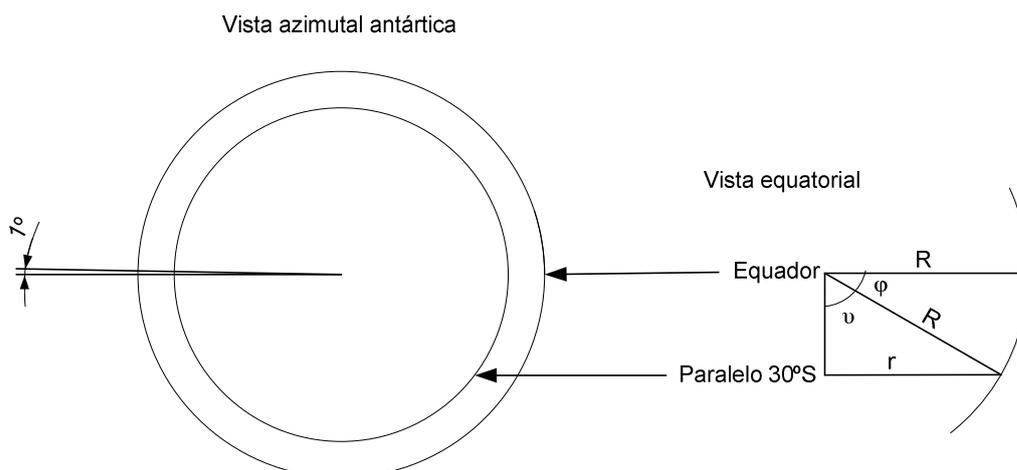


Figura 48 - Equador e paralelo -30°.

R = raio do círculo máximo (Equador); r = raio do círculo menor do paralelo 30°S; φ = latitude; u = colatitude. Elaborado pelo autor (2009).

Embora para os geodestas a superfície de referência elipsoidal seja uma aproximação grosseira à verdadeira forma da Terra (Figura 49) aceita apenas com fim de simplificação de cálculos (o geóide é uma aproximação mais exata), aplicações que usem escalas de 1:250.000 ou maiores⁵² devem utilizar um sistema de coordenadas geodésicas (φ, λ, h) como na Figura 47c.

A latitude geodésica elipsoidal é o ângulo formado entre a normal⁵³ do ponto e sua projeção no Equador e a longitude geodésica elipsoidal é dada pelo ângulo diedro⁵⁴ entre o plano de Greenwich w o plano do meridiano do ponto⁵⁵. A terceira coordenada é a altura geométrica ou elipsoidal (h), que é a distância medida na linha normal ao ponto entre a superfície física da Terra e a superfície do elipsóide.

Na Figura 47c, além da representação da linha normal, vê-se a ondulação geoidal que é dada pela diferença entre a altitude elipsoidal (h) e a altitude geoidal ou ortométrica (H), fornecendo a distância altimétrica entre o geóide e o elipsóide num dado ponto. Conforme será visto adiante, a ondulação geoidal é um dos parâmetros que referencia o geóide ao elipsóide.

⁵² Sempre lembrando que quanto maior a escala, menor a extensão de área representada.

⁵³ Linha que passa pelo ponto a ser localizado e é perpendicular a um plano tangente a superfície do elipsóide e que contém este ponto.

⁵⁴ Quando há dois planos que se interceptam, existirá um terceiro plano perpendicular aos dois primeiros (neste caso o plano do Equador), cuja intersecção formará duas retas que se encontram no vértice. Ao ângulo plano formado por estas duas retas dá-se o nome de ângulo diedro (SAATKAMP, 2006).

⁵⁵ As latitudes e longitudes geodésicas tem a mesma faixa de variação de suas homônimas geográficas.

Como nada é fixo no universo e a posição dos referenciais, bem como a distância entre os mesmos, varia de acordo com o movimento, sistemas de coordenadas mais precisos ainda utilizarão uma quarta coordenada, o tempo, como é o caso do Global Positioning System – GPS.

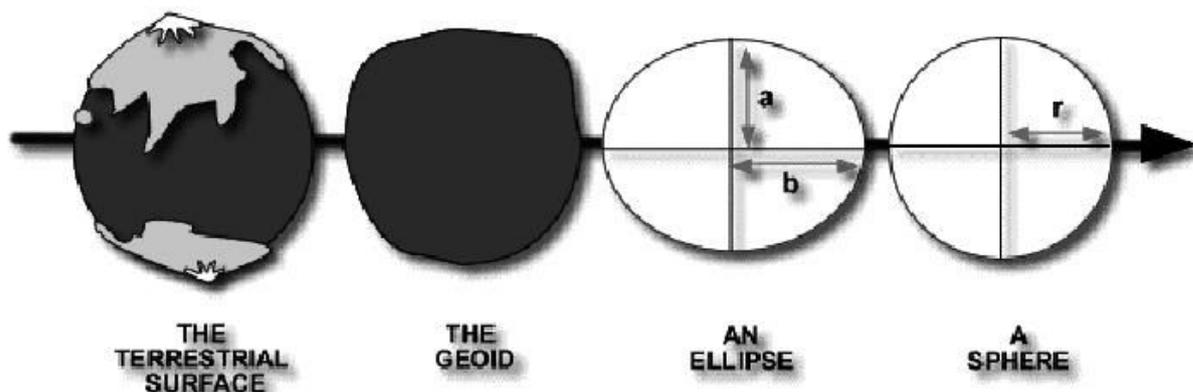


Figura 49 – Modelos de aproximação à forma da Terra.

A seta mostra o gradiente de simplificação. Extraído de :
Adaptado de West e Ni (2003).

Em outras palavras e utilizando um exemplo bélico, um morteiro pode ser orientado por um sistema de coordenadas planas, uma bomba de grande capacidade de destruição, para atingir um pequeno país ou uma grande metrópole pode se valer de um sistema esférico, mas um míssil intercontinental “cirúrgico” necessitará de um sistema geodésico. Já para atingir do espaço uma única pessoa que esteja em movimento seria necessário um sistema geoidal e vários supercomputadores ligados em paralelo, uma tecnologia que já está quase presente nos nossos dias.

Datum

Um sistema de coordenadas não pode ficar flutuando em relação ao planeta, sendo preciso ancorá-lo. Um *datum* (do latim: dado, plural *data*) é o conjunto de

dados ou parâmetros que referencia um elipsóide ao geóide. Os *data* são classificados em planimétricos ou altimétricos, conforme sirvam de arcabouço para a origem de coordenadas horizontais ou verticais e em locais ou globais conforme sejam ancorados em um ponto da superfície a ser mapeada ou amarrados a uma rede hemisférica ou global de pontos (Figura 50).

A importância do *datum* está na definição de um marco zero, um ponto de origem para as coordenadas de um sistema que permita, com a maior precisão possível, o transporte de coordenadas ao longo de superfícies extensas (continentais) e também sirva de referência na conversão de coordenadas entre diferentes sistemas e *data* (o que é imprescindível para compartilhar projetos e informações entre Sistemas de Informação Geográfica – SIG).

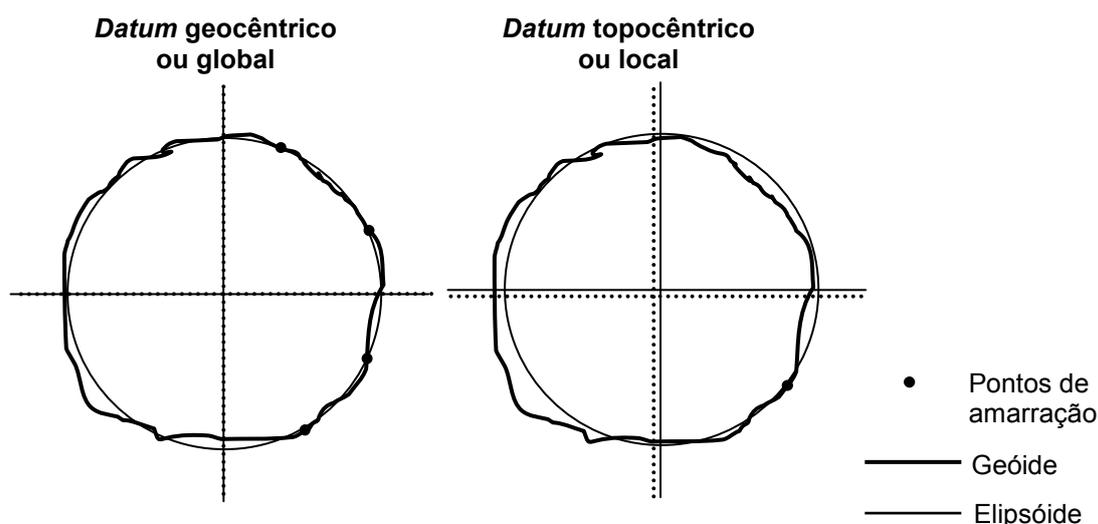


Figura 50 – Tipos de *Data*.
Elaborado pelo autor (2009).

Datum planimétrico local

Em um *datum* topocêntrico ou local, para se ter o referencial planimétrico ou horizontal, o elipsóide escolhido é aquele que mais se adapta a superfície a ser mapeada. Para tanto, é mantido o paralelismo do eixo de rotação do elipsóide com o eixo de rotação da Terra de forma que os dois “girem juntos”. Por outro lado, o

centro de massa do elipsóide é deslocado, pois a origem do *datum* será um ponto da superfície da região em questão (ou seja, origem topocêntrica), onde elipsóide e geóide coincidirão, eliminando o desvio da vertical. Esse desvio é dado pelo ângulo formado entre a linha normal (descrita na nota 53) e a linha vertical, que representa o vetor gravidade e é materializada pela linha de prumo (D'ALGE, 1999).

Simplificando (espera-se que), a normal é perpendicular ao elipsóide e a vertical é perpendicular ao geóide e o ponto onde as duas coincidem representa a intersecção entre o geóide e o elipsóide, portanto com ondulação geoidal (N) igual a zero (origem do sistema).

Datum planimétrico global

Com a evolução dos sistemas de rastreamento por satélite, nasceu a possibilidade de criação de um sistema de coordenadas que compatibilizasse o mapeamento de vários países ou mesmo de todo o globo.

O sistema geodésico brasileiro, atualmente utiliza como superfície de referência, o elipsóide internacional de 1987, com eixo de rotação paralelo ao da Terra, mas deslocado em relação ao centro de massa do planeta para melhor adaptação à América do Sul (*South America Datum* 1969 – SAD69), ou seja, um sistema local ou topocêntrico⁵⁶.

Conforme Dalazoana (2005), a partir de 2005, com previsão de término em 2014, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE iniciou o processo de transição do SAD69 para o SIRGAS2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas), que como diz o nome é um sistema global, além de ser compatível com o sistema WGS84 utilizado pelo GPS (Figura 51).

Segundo Fortes (2000), o Projeto SIRGAS começou em outubro de 1993, em uma reunião realizada em Assunção, Paraguai, com o objetivo de estabelecer um sistema de referência geocêntrico para a América do Sul. Posteriormente, com a campanha SIRGAS2000 o projeto foi ampliado para as Américas e conta com

⁵⁶ No caso do Brasil, o Vértice Chuá (ponto de origem), em Minas Gerais. Latitude: 19° 45' 41,6527" S, Longitude: 48° 06' 04,0639" W

estações de rastreamento dispostas numa rede continental. Essas estações consideram todos os movimentos e deformações do planeta (precessão, nutação, movimento dos polos, marés, movimento de placas tectônicas) e fornecem coordenadas dinâmicas (variação no tempo) precisas e atualizadas⁵⁷ (Figura 52).

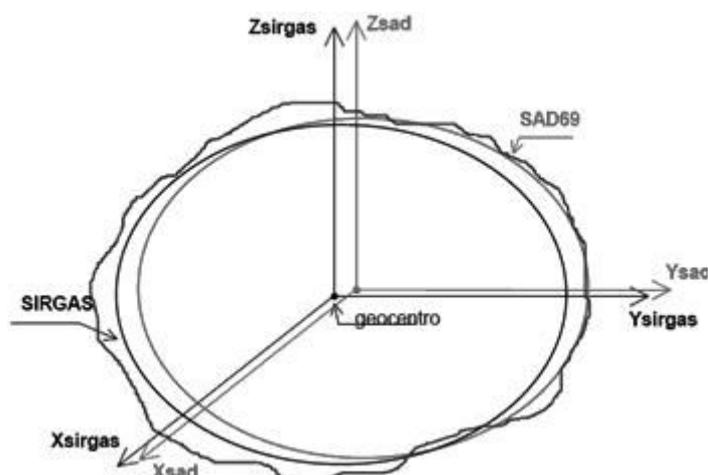


Figura 51 – Diferenças entre SIRGAS e SAD69.
Extraído de: Pereira et al (2004).



Figura 52 – Rede continental de estações SIRGAS.
Extraído de www.ibge.com.br em 16/3/9.

Datum altimétrico ou vertical

Utiliza-se um *datum* vertical porque existe uma diferença entre altura e altitude. Enquanto a primeira refere-se à diferença entre o ponto mais baixo e o ponto mais alto de uma estrutura, a segunda nos dá a diferença, na linha vertical,

⁵⁷ O território brasileiro movimenta-se, sobre o globo, na direção aproximada norte, na ordem de 1 a 2 cm por ano.

entre um ponto qualquer e uma referência de nível regional, convencionalizada como o nível médio do mar, observado por um ciclo mínimo de 19 anos para que sejam minimizadas as influências astronômicas (ALENCAR, 1990). Essa referência de nível é o *datum* vertical, materializado, no Brasil, pelas observações do marégrafo (Figura 53) do porto de Imbituba, em Santa Catarina.

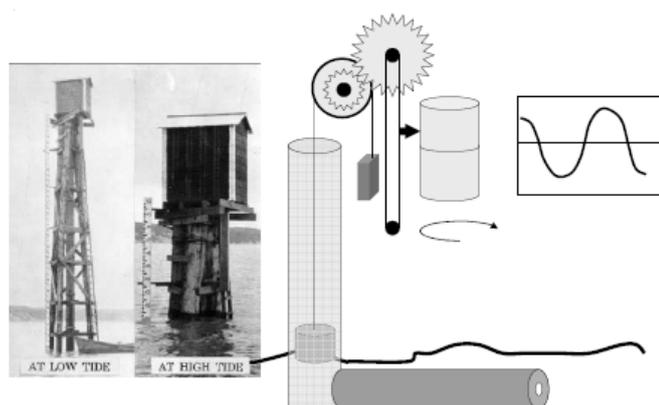


Figura 53 – Marégrafo.
Adaptado de Faculdade de Ciências (2009).

Projeções cartográficas

Continuando o caminho que leva da Terra física até a Terra cartográfica e tendo entendido os meios de simplificação matemática do planeta ao geóide, elipsóide e esfera (Figura 49), passar-se agora para as projeções do elipsóide ou da esfera para uma superfície plana.

A correspondência matemática de coordenadas geográficas com coordenadas planas faz com que cada ponto de uma superfície esférica (no caso de coordenadas geográficas) ou elipsoidal (no caso de coordenadas geodésicas) possa ser representado em um plano, constituindo-se nas projeções cartográficas, que são a base da confecção das cartas e mapas.

Para se entender as projeções, basta imaginar a casca de uma laranja em comparação a superfície terrestre. Tenta-se planificar a casca e percebe-se que é impossível fazê-lo sem provocar deformações no processo de achatamento.

Analogamente, todo mapa vai apresentar alguma deformação em função do tipo de projeção utilizada.



Figura 54 – Terra-laranja.
Adaptado de Rufino (2007).

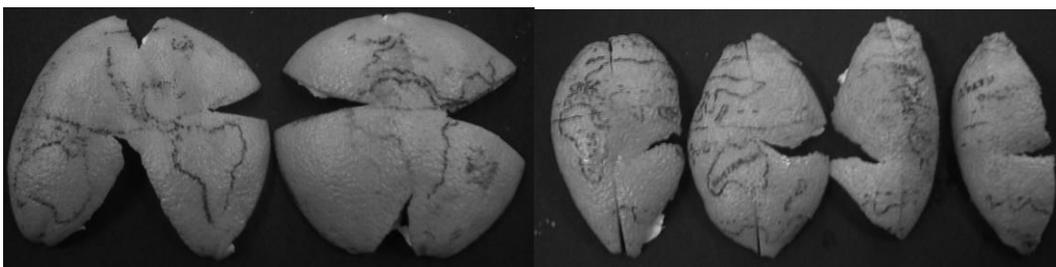


Figura 55 – Planificações da Terra-laranja.
Adaptado de Rufino (2007).

Segundo Snyder (1997), a maior parte das projeções utilizadas deriva de três tipos: planas ou azimutais, cônicas e cilíndricas. A primeira é útil para a representação dos polos, a segunda para regiões de grande extensão e a última para representações de todo o globo (mapa-múndi). Elas poderão ser tangentes ou secantes conforme o plano, cone ou cilindro tocar o globo (Figura 56).

Quanto às propriedades, as projeções serão: equidistantes, quando os comprimentos são representados em escala uniforme (sem deformações lineares em algumas linhas); conformes, quando representam, sem deformação, todos os ângulos ao redor de quaisquer pontos (não deformam pequenas regiões) e equivalentes, quando não alteram as áreas, mas alteram as formas.

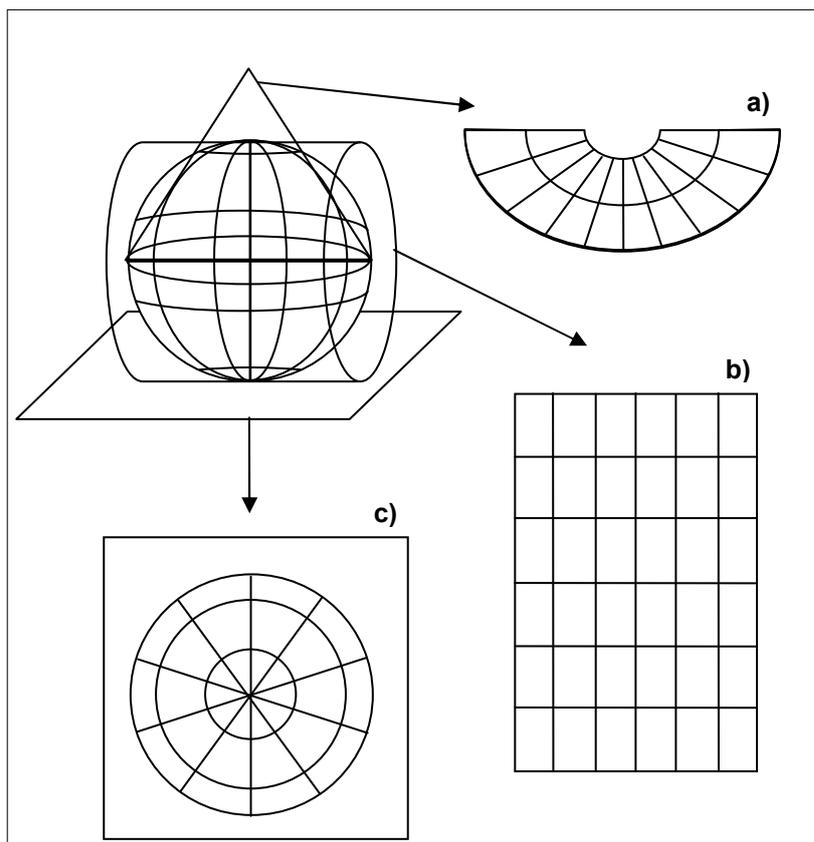


Figura 56 – Superfícies de projeção desenvolvíveis no plano. a) projeção secante cônica ártica; b) projeção tangente semicilíndrica transversa; c) projeção tangente azimutal antártica. Elaborada pelo autor (2009).

Projeção UTM

Uma das projeções mais utilizadas no mundo é a projeção Universal Transversa de Mercator - UTM, uma projeção cilíndrica, transversa, secante e conforme (mantém as formas). É utilizada no Sistema UTM, no qual se baseiam a Carta do Mundo ao Milionésimo e a Carta do Brasil ao Milionésimo (sistema de projeção adotado para o Mapeamento Sistemático Brasileiro).

No Sistema UTM, o elipsóide⁵⁸ é projetado em uma esfera, que é cortada por 60 cilindros secantes transversos, ou seja, de eixo perpendicular ao plano que contém o meridiano central do fuso, produzindo 60 fusos de 6° de longitude (abrangendo os 360° da esfera) entre as latitudes 84°N e 80°S⁵⁹. Nas duas linhas de

⁵⁸ É utilizado o elipsóide de Hayford (elipsóide internacional), aprovado pela União Geodésica e Geofísica Internacional em 1924.

⁵⁹ Os círculos polares Ártico e Antártico são representados em projeções azimutais.

secância que se situam cerca de 183 Km a leste e a oeste do meridiano central, a distorção é nula⁶⁰, com coeficiente de escala igual a um ($k=1$). Entre elas se tem a faixa de redução de escala com $k=0,996$ no meridiano central e, fora delas, a zona de ampliação com $k=1,0010$ nos limites do fuso (Figura 57).

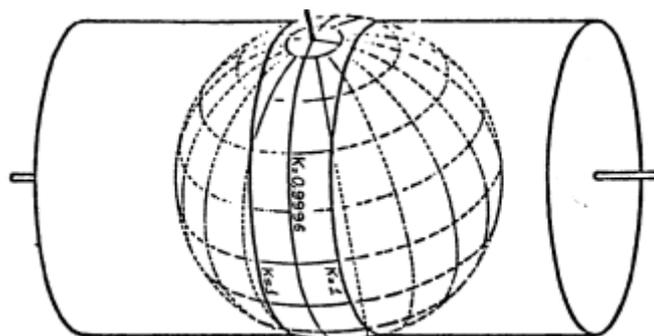


Figura 57 – Cilindro secante.

Fonte: IBGE, 1999.

Como a circunferência da Terra é próxima a 40.000 Km, um grau ($40.000/360$) é igual a aproximadamente 111 Km, logo cada fuso na linha do Equador terá por volta de 666 Km de extensão no sentido leste-oeste. Sendo o Sistema UTM um sistema métrico, o meridiano central ou a origem das coordenadas horizontais (não se usa o termo longitude por ser um sistema linear) foi convencionalmente em 500.000 m, de maneira que não ocorram coordenadas negativas. Dessa forma, na linha do Equador o limite leste-oeste de cada fuso corresponderá, respectivamente, a valores próximos a 163.000 m e 833.000 m.

Também para evitar coordenadas negativas, a origem das coordenadas verticais foi convencionalmente em 10.000.000 m⁶¹ para o Hemisfério Sul, decrescendo em direção ao Polo Sul e 0 m para o Hemisfério Norte, crescendo em direção ao Polo Norte (Figura 58).

Cada fuso é planejado em uma zona cartesiana métrica (projeção do segmento esférico em um segmento plano de mapa), numerada de 1 até 60 com o primeiro meridiano central correspondendo ao antimeridiano de Greenwich (180°W

⁶⁰ Esta é uma vantagem sobre projeções com cilindros tangentes, onde a deformação nula ocorreria somente no meridiano central (de tangência).

⁶¹ Valor aproximado para o comprimento de um arco de 90° da circunferência terrestre.

Gr) e seguindo em direção leste. A origem do sistema cartesiano é a intersecção entre o meridiano central e a linha do Equador, nas coordenadas $x=E$ (Leste)=500.000,00 m e $y=N$ (Norte)=10.000.000,00 m, no Hemisfério Sul, e $y=N=0,00$ m, no Hemisfério Norte, de modo que não ocorram coordenadas negativas quaisquer que sejam os hemisférios considerados. Isso também faz com que pontos diferentes em zonas diferentes tenham as mesmas coordenadas. Por isso a necessidade da numeração das zonas (Figura 59).

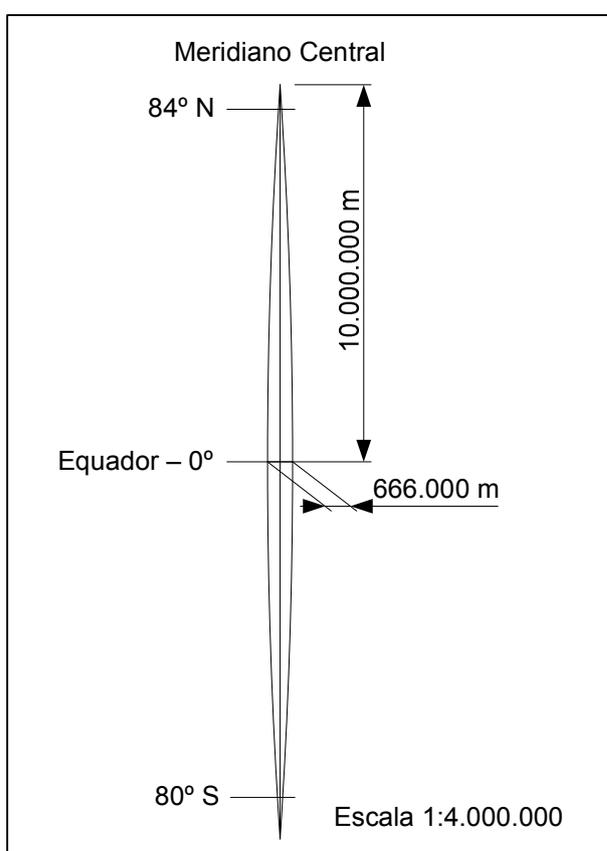


Figura 58 – Fuso UTM.
Elaborado pelo autor (2009).

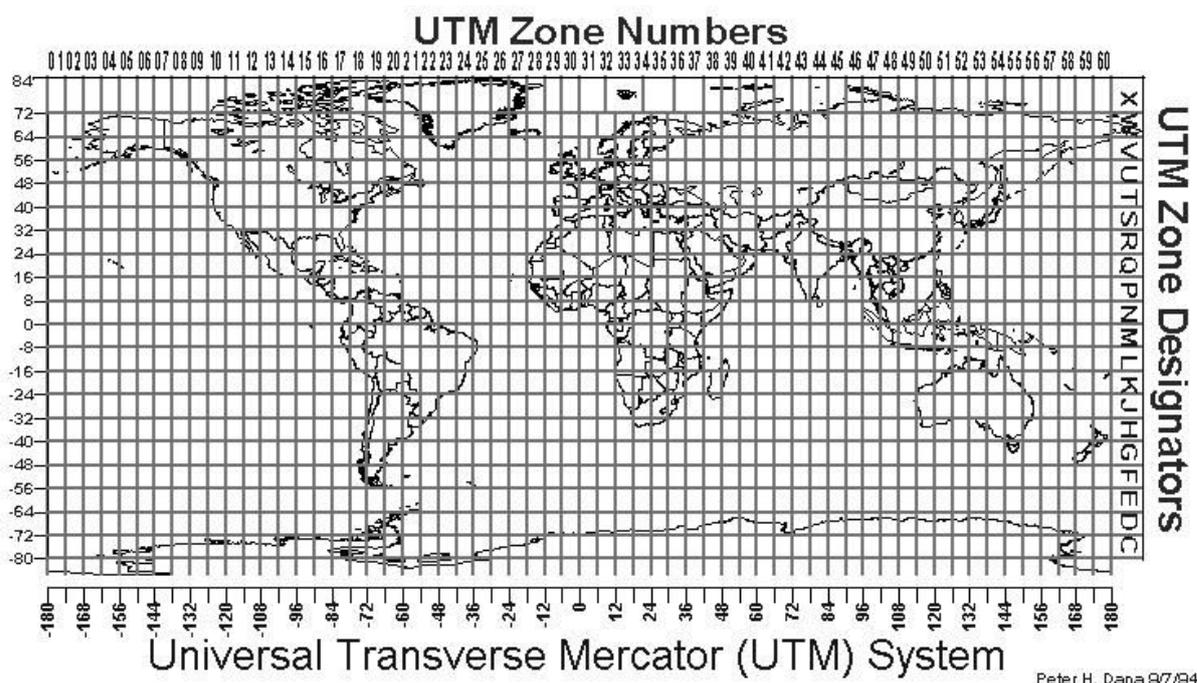


Figura 59 – Sistema UTM.
Adaptado de Dana (1997).

Considerações sobre carta, mapa e planta

E para encerrar este ensaio, após transitar pelo conceito e história da cartografia, suas interfaces com a saúde, as características de seu objeto (a Terra) e os principais conceitos que norteiam a difícil elaboração de uma carta, seguem as últimas considerações conceituais a respeito do produto da cartografia. Sobre o assunto, Loch (2006), coloca que:

A palavra mapa, de origem cartaginesa (Cartaginês: habitante de Cartago (África)), tinha o significado de toalha de mesa, pois era sobre estas que os negociantes e navegadores rabiscavam localidades, rotas e caminhos, quando estavam em locais públicos.

A palavra carta, de origem egípcia, significa papel, que vem diretamente do papiro. Em ambos, o significado se refere ao material por meio do qual a comunicação gráfica se manifestava.

A autora afirma que, no português, os vocábulos se confundem, sendo diferenciados pela escala, ou seja:

A carta ou folha tem como característica fundamental a representação de uma área limitada por linhas convencionais, de tal modo que haja possibilidade de justaposição das folhas contíguas para a visualização de todo o conjunto. São confeccionadas nas escalas 1/25000, 1/50000, 1/100000, 1/250000, entre outras, conforme instruções normalizadoras. É um documento mais detalhado, exigindo maior rigor na construção. Na carta é possível realizar avaliações precisas de distâncias e direções e localizar geograficamente pontos, áreas e detalhes de interesse. Na construção das cartas adota-se como superfície de referência da Terra, o elipsóide de referência internacional.

O mapa é uma representação cartográfica, com fins ilustrativos (mostrar os aspectos geográficos naturais e artificiais), no qual a escala empregada geralmente é pequena (menores que 1/250000); pode cobrir uma grande área do território em folhas de tamanho pequeno. Não possui caráter científico; propicia uma visão global aproximada e a simbologia aparece em destaque.

A respeito de planta, a mesma cita que

A palavra planta é um sinônimo de plano. É uma representação minuciosa de uma área de dimensões reduzidas e a influência da curvatura da Terra é desprezada. A escala empregada é grande, variando de 1/200 até 1/10.000. Sendo grande a escala utilizada, a planta representa grande quantidade de detalhes com precisão geométrica (planta urbana). Geralmente é de origem topográfica e desprezam o sistema de projeção, face a não consideração da curvatura da Terra

ANEXO A – FICHA DE INVESTIGAÇÃO PARA LEPTOSPIROSE – SINAN DOS (ATÉ 2006)

República Federativa do Brasil
 Ministério da Saúde

SINAN
 SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE AGRAVOS DE NOTIFICAÇÃO
 FICHA DE INVESTIGAÇÃO **LEPTOSPIROSE**

Nº

Dados Gerais	1 Tipo de Notificação 2 - Individual		2 Data da Notificação																					
	3 Município de Notificação		Código (IBGE)																					
	4 Unidade de Saúde (ou outra fonte notificadora)		Código																					
	5 Agravado LEPTOSPIROSE		Código (CID10) A 2 7 9	6 Data dos Primeiros Sintomas																				
Dados do Caso	7 Nome do Paciente		8 Data de Nascimento																					
	9 (ou) Idade D - dias M - meses A - anos	10 Sexo M - Masculino F - Feminino I - Ignorado	11 Raça/Cor 1-Branca 2-Preta 3-Amarela 4-Parda 5-Indígena 9-Ignorado	12 Escolaridade (em anos de estudo concluídos) 1-Nenhuma 2-De 1 a 3 3-De 4 a 7 4-De 8 a 11 5-De 12 e mais 6-Não se aplica 9-Ignorado																				
	13 Número do Cartão SUS		14 Nome da mãe																					
	15 Logradouro (rua, avenida,...)		Código	16 Número																				
Dados de Residência	17 Complemento (apto., casa, ...)		18 Ponto de Referência																					
	20 Município de Residência		Código (IBGE)	Distrito																				
	21 Bairro		Código (IBGE)	22 CEP																				
	23 (DDD) Telefone		24 Zona 1 - Urbana 2 - Rural 3 - Urbana/Rural 9 - Ignorado		25 País (se residente fora do Brasil) Código																			
	19 UF																							
Dados Complementares do Caso																								
Antecedentes Epidemiológicos	26 Data da Investigação		27 Ocupação / Ramo de Atividade Econômica																					
	28 Situação de Risco Ocorrida nos 25 dias que Antecederam os Primeiros Sintomas 1 - Sim 2 - Não 9 - Ignorado																							
	<input type="checkbox"/> Lavoura	<input type="checkbox"/> Água e/ou Lama de Enchente	<input type="checkbox"/> Criação de animais																					
	<input type="checkbox"/> Lixo	<input type="checkbox"/> Água de Rio, Córrego, Lago, Etc	<input type="checkbox"/> Carcaça de animais																					
<input type="checkbox"/> Limpeza de Caixa D'água	<input type="checkbox"/> Fossa, Esgoto	<input type="checkbox"/> Contato direto com roedores																						
<input type="checkbox"/> Outras _____																								
29 Se afirmativo, Descrever data e endereço																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Data</th> <th style="width: 30%;">Município</th> <th style="width: 10%;">UF</th> <th style="width: 25%;">Endereço</th> <th style="width: 20%;">Localidade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>					Data	Município	UF	Endereço	Localidade															
Data	Município	UF	Endereço	Localidade																				
30 Casos Anteriores de Leptospirose no Provável Local de Infecção 1 - Confirmado 2 - Suspeito 9 - Ignorado <input type="checkbox"/> Casos Humanos <input type="checkbox"/> Casos Animais																								
Dados Clínicos	31 Data do Atendimento		32 Sinais e Sintomas																					
	1 - Sim 2 - Não 9 - Ignorado		<input type="checkbox"/> Febre	<input type="checkbox"/> Cefaléia	<input type="checkbox"/> Mialgias																			
		<input type="checkbox"/> Icterícia	<input type="checkbox"/> Congestão Conjuntival	<input type="checkbox"/> Náusea e/ou Vômito																				
		<input type="checkbox"/> Insuficiência Renal	<input type="checkbox"/> Diarréia	<input type="checkbox"/> Hemorragia																				
		<input type="checkbox"/> Meningismo	<input type="checkbox"/> Alterações Respiratórias	<input type="checkbox"/> Alterações Cardíacas																				
		<input type="checkbox"/> Outros _____																						

Atendimento	33 Ocorreu Hospitalização 1 - Sim 2 - Não 9 - Ignorado <input type="checkbox"/>	34 Data da Internação	35 Data de Alta
	36 UF	37 Município do Hospital	
	38 Nome do Hospital		
Dados do Laboratório	39 Endereço		40 (DDD) Telefone
	41 Soroglutinação 1 - Realizado 2 - Não Realizado 9 - Ignorado <input type="checkbox"/>	42 UF	43 Município do Laboratório
	44 Nome do Laboratório		
	45 Macro 1 - Reagente 2 - Não Reagente <input type="checkbox"/>	46 Data da Coleta	47 Micro 1 - Realizado 2 - Não Realizado <input type="checkbox"/>
	48 Data da Coleta - 1ª amostra	49 Resultado - 1º sorovar título 1 :	50 Resultado - 2º sorovar título 1 :
	51 Resultado - 3º sorovar título 1 :	52 Resultado - 4º sorovar título 1 :	53 Resultado - 5º sorovar título 1 :
	54 Data da Coleta - 2ª Amostra	55 Resultado - 1º sorovar (predominante) título 1 :	56 Resultado - 2º sorovar título 1 :
	57 Outro Método 1 - Positivo ou Reagente 2 - Negativo ou Não Reagente <input type="checkbox"/> Especificar _____		
	58 Exames Inespecíficos		
	Uréia _____ mg/dl		
Creatinina _____ mg/dl			
Bl _____ mg/dl			
BD _____ mg/dl			
BT _____ mg/dl			
ALT(TGP) _____ UI			
AST(TGO) _____ UI			
Plaquetas _____ mm ³			
Potássio _____ mg%			
Conclusão	59 Classificação Final 1-Confirmado 2-Descartado (especificar outro agente) <input type="checkbox"/>		60 Critério de Confirmação 1-Laboratorial 2-Clinico Epidemiológico <input type="checkbox"/>
	Local Provável da Fonte de Infecção (no período de 25 dias)		
	61 UF	62 País	63 Município
	64 Bairro		65 Distrito
	Característica do Local Provável de Infecção		
	66 Área 1 - Urbana 2 - Rural 3 - Peri-Urbana 4 - Silvestre 9 - Ignorado <input type="checkbox"/>		67 Ambiente 1 - Domiciliar 2 - Trabalho 3 - Lazer 4 - Outro 9 - Ignorado <input type="checkbox"/>
	68 Condições Favoráveis à Ocorrência da Doença no Provável Local de Infecção 1 - Sim 2 - Não 9 - Ignorado		
	<input type="checkbox"/> Roedores	<input type="checkbox"/> Terreno Baldio	<input type="checkbox"/> Rio/Córrego/Lago/Mangue
	<input type="checkbox"/> Área de Enchente	<input type="checkbox"/> Entulho	<input type="checkbox"/> Outros Animais
	<input type="checkbox"/> Distribuição de Alimentos	<input type="checkbox"/> Esgoto / Fossa	
69 Doença Relacionada ao Trabalho 1 - Sim 2 - Não 9 - Ignorado <input type="checkbox"/>		70 Evolução do Caso 1 - Cura 2 - Óbito 9 - Ignorado <input type="checkbox"/>	
71 Data do Óbito		72 Data do Encerramento	
Observações:			
Investigador	73 Município/Unidade de Saúde		74 Código da Unid. de Saúde
	75 Nome		76 Função
	77 Assinatura		

ANEXO B - FICHA DE INVESTIGAÇÃO PARA LEPTOSPIROSE – SINAN NET (A PARTIR DE 2007)

SINAN		SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE AGRAVOS DE NOTIFICAÇÃO		Nº				
República Federativa do Brasil Ministério da Saúde		FICHA DE INVESTIGAÇÃO		LEPTOSPIROSE				
<p>CASO SUSPEITO: Indivíduo com febre de início súbito, mialgias, cefaléia, mal estar e/ou prostração, associados a um ou mais dos seguintes sinais e/ou sintomas: sufusão conjuntival ou conjuntivite, náuseas e/ou vômitos, calafrios, alterações do volume urinário, icterícia, fenômeno hemorrágico e/ou alterações hepáticas, renais e vasculares compatíveis com leptospirose icterica (Síndrome de Weil) ou anictérica grave.</p> <p>Indivíduo que apresente sinais e sintomas de processo infeccioso inespecífico com antecedentes epidemiológicos sugestivos nos últimos trinta dias anteriores à data de início dos primeiros sintomas.</p>								
Dados Gerais	1	Tipo de Notificação		2 - Individual				
	2	Agravado/doença		LEPTOSPIROSE				
	3	Código (CID10)	Data da Notificação					
Notificação Individual	4	UF	5	Município de Notificação				
	6	Unidade de Saúde (ou outra fonte notificadora)		Código				
	7	Data dos Primeiros Sintomas						
Dados de Residência	8	Nome do Paciente		9	Data de Nascimento			
	10	(ou) Idade	11	Sexo	12	Gestante		
	13	Escolaridade			14	Raça/Cor		
	15	Número do Cartão SUS		16		Nome da mãe		
Antecedentes Epidemiológicos	17	UF	18	Município de Residência	19	Distrito		
	20	Bairro		21	Logradouro (rua, avenida,...)			
	22	Número	23		Complemento (apto., casa, ...)	24	Geo campo 1	
	25	Geo campo 2		26		Ponto de Referência		
	27	CEP			28		(DDD) Telefone	
	29	Zona		30		País (se residente fora do Brasil)		
	Dados Complementares do Caso							
Dados Clínicos	31	Data da Investigação		32			Ocupação	
	33							Situação de Risco Ocorrida nos 30 dias que Antecederam os Primeiros Sintomas - Contato/ limpeza de:
	34							Casos Anteriores de Leptospirose no Local Provável de Infecção nos últimos dois meses
Atendimento	35							Data de Atendimento
	36							Sinais e Sintomas
	37							Ocorreu Hospitalização
38							Data da Internação	
39							Data de Alta	
40							UF	
41							Município do Hospital	
42							Nome do Hospital	
Leptospirose							SINAN NET	
SVS							02/02/2007	

Dados do Laboratório	Sorologia IgM - Elisa				
	43 Data da Coleta - 1ª amostra		44 Resultado 1ª Amostra		45 Data da Coleta - 2ª amostra
			1 - Reagente 2 - Não Reagente 3- Inconclusivo 4-Não realizado		46 Resultado 2ª Amostra
					1 - Reagente 2 - Não Reagente 3- Inconclusivo 4-Não realizado
	Microaglutinação				
	47 Data da Coleta - Micro 1ª amostra		48 Micro 1ª Amostra		49 Micro 1ª Amostra
			1º sorovar título		2º sorovar título
			1 :		1 :
	50 Resultado MICRO-aglutinação 1ª Amostra				
	1 - Reagente 2 - Não Reagente 3-Não realizada 9- Ignorado				
51 Data da Coleta - Micro 2ª amostra		52 Micro 2ª Amostra		53 Micro 2ª Amostra	
		1º sorovar título		2º sorovar título	
		1 :		1 :	
54 Resultado MICRO-aglutinação 2ª Amostra					
1 - Reagente 2 - Não Reagente 3-Não realizada 9- Ignorado					
Isolamento					
55 Data da Coleta		56 Resultado			
		1 - Positivo 2 - Negativo 3 - Inconclusivo 4 - Não realizado			
Imunohistoquímica					
57 Data da Coleta		58 Resultado			
		1 - Positivo 2 - Negativo 3 - Inconclusivo 4 - Não realizado			
RT-PCR					
59 Data da Coleta		60 Resultado			
		1 - Positivo 2 - Negativo 3 - Inconclusivo 4 - Não realizado			
Conclusão	61 Classificação Final		62 Critério de Confirmação ou Descarte		
	1-Confirmado 2-Descartado		1-Clinico-Laboratorial 2-Clinico- Epidemiológico		
	Local Provável da Fonte de Infecção (no período de 30 dias)				
	63 O caso é autóctone do município de residência?		64 UF 65 País		
	1-Sim 2-Não 3-Indeterminado				
	66 Município		Código (IBGE)	67 Distrito	68 Bairro
	Característica do Local Provável de Infecção				
	69 Área provável de Infecção		70 Ambiente da Infecção		
	1 - Urbana 2 - Rural 3 - Peri-Urbana 9 - Ignorado		1 - Domiciliar 2 - Trabalho 3 - Lazer 4 - Outro 9 - Ignorado		
	71 Doença Relacionada ao Trabalho		72 Evolução do Caso		
1 - Sim 2 - Não 9 - Ignorado		1 - Cura 2 - Óbito por leptospirose 3 - Óbito por outras causas 9 - Ignorado			
73 Data do Óbito		74 Data do Encerramento			
Informações complementares e observações					
Data e Endereço se esteve em Situação de Risco Ocorrida nos 30 dias que Antecederam os Primeiros Sintomas					
Data	UF	Município	Endereço	Localidade	
Observações:					
Investigador	Município/Unidade de Saúde			Código da Unid. de Saúde	
	Nome		Função		Assinatura
	Leptospirose		Sinan NET		SVS 02/02/2007