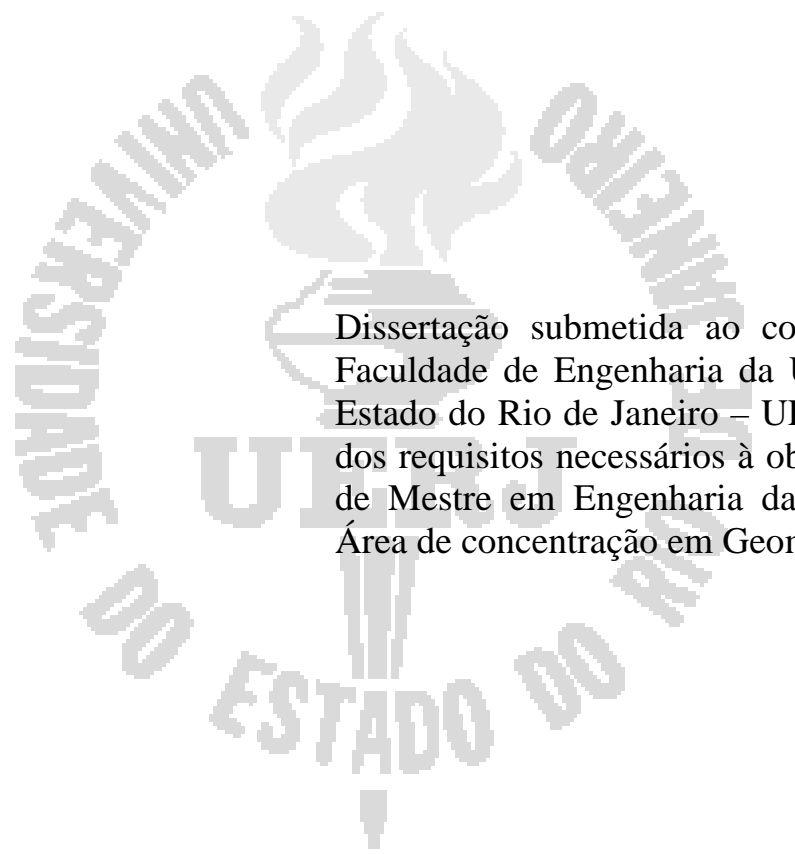


Mônica de Avelar Figueiredo Mafra Magalhães

**A contribuição da Geomática na Geografia da Saúde sob uma  
abordagem da Teoria Geral de Sistemas**



Dissertação submetida ao corpo docente da  
Faculdade de Engenharia da Universidade do  
Estado do Rio de Janeiro – UERJ, como parte  
dos requisitos necessários à obtenção do título  
de Mestre em Engenharia da Computação –  
Área de concentração em Geomática.

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Penna Vasconcellos  
Co-orientador: Prof. Dr. Mauro Sérgio Fernandes Argento

Rio de Janeiro  
2008

M188

Magalhães, Mônica de Avelar Figueiredo Mafra

A contribuição da geomática na geografia da saúde sob uma  
abordagem da teoria geral de sistemas / Mônica de Avelar Figueiredo  
Mafra Magalhães. – Rio de Janeiro: UERJ, 2008.

xi, 66 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: José Carlos Penna Vasconcellos

Co-orientador: Mauro Sérgio Fernandes Argento

Dissertação (Mestrado em Engenharia da Computação) –  
Engenharia da Computação – Área de concentração em Geomática;  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2008.

Bibliografia: f. 67-74

1. Geomática. 2. Geografia da saúde. 3. Teoria geral de sistemas. I.  
Vasconcellos, José Carlos Penna. II. Argento, Mauro Sérgio Fernandes.  
III. Título.

CDD 526

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total; ou parcial dessa  
dissertação.

---

Assinatura

---

Data

Mônica de Avelar Figueiredo Mafra Magalhães

**A contribuição da Geomática na Geografia da Saúde sob  
uma abordagem da Teoria Geral de Sistemas**

Dissertação apresentada, como requisito para obtenção do título de Mestre ao Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Geomática.

Aprovado em: \_\_\_\_\_

Banca examinadora:

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. José Carlos Penna Vasconcellos (Orientador)  
Faculdade de Engenharia da UERJ

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Mauro Sérgio Fernandes Argento (Co-orientador)  
Faculdade de Engenharia da UERJ

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Luiz Henrique Aguiar de Azevedo  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro - Faculdade de Engenharia

\_\_\_\_\_  
Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Carla Bernadete Madureira Cruz  
Universidade Federal do Rio de Janeiro – Departamento de Geografia

Rio de Janeiro  
2008

*Aos homens da minha vida:  
Daniel, Eduardo e Leonardo*

## AGRADECIMENTOS

Aos meus filhos Eduardo e Daniel por me permitirem exercer meu maior papel: ser Mãe. A todo instante me dando exemplos de paciência e perseverança me fortalecendo e me mostrando que as maiores alegrias da vida estão nos detalhes mais simples.

Aos meus pais pelo apoio em todo o trilhar. Amor, carinho, bronca, colo, educação. Por aceitarem as minhas escolhas tão serenamente.

Aos meus irmãos, meus ídolos, por serem os melhores irmãos do mundo. Por fazerem o convívio familiar ficar tão delicioso e revigorante. A minha quase irmã Adriane por estar sempre conosco.

Ao meu marido por estar sempre ao meu lado, pelo carinho, pelo companheirismo, pela cumplicidade e principalmente pela paciência.

A minha amiga e mestre Fátima Pina por ter me ensinado tudo o que sabe, por ter acreditado em mim e por ter estar sempre perto, mesmo de longe.

A amiga Renata por estar sempre ao meu lado, meu braço direito, fiel escudeira.

A amiga Roberta pela amizade, pelas dicas profissionais e pelas boas risadas.

As amigas Vânia, Kátia, Lucidalva e Rosane por me darem exemplos que tornam a minha vida pessoal e profissional bem mais fácil e tranqüila.

Ao professor José Carlos Vasconcellos pela valiosa ajuda, pelas dicas e por ser sempre otimista e entusiasta. Ao professor Mauro Argento um exemplo de vida e de profissional. Por ter investido e acreditado em mim, pela sabedoria, estímulo e pela amizade. E também a sua esposa Luiza que me aturou tanto em sua casa.

Aos meus colegas da turma de mestrado por tornarem esse desafio bem mais divertido. Em especial minha “amiguinha” Patrícia pelas longas conversas, companheirismo e cumplicidade. E o amigo Sandro sempre com uma explicação na ponta da língua.

Aos amigos e companheiros de trabalho que me ajudaram a manter-me mais jovem: Gilberto, Alejandro, Marcelo, Carlos Henrique, Rodrigo, Mariana Vieira, Mariana Silveira, Gustavo, Tadeu, Ana Maria, Roberta, Elaine, Vanderlei, Izabel. E aos amigos Heglaucio, Simone, Christovam, Vanessa, Patrícia por me darem a honra de dividir além do espaço de trabalho, as experiências profissionais e pessoais, as alegrias e aflições.

A Alice e Carlos do IBGE com tamanha presteza e gentileza na minha solicitação de ajuda.

*...se não sabe a que porto se dirige, nenhum vento lhe é favorável...*  
*Sêneca*

## RESUMO

O conjunto de técnicas de Geomática tem sido um poderoso aliado no apoio à tomada de decisões e manipulação de dados espaciais. Nas últimas décadas tornou-se quase indispensável na gestão de recursos humanos e recursos naturais. Na área da Saúde, a Geomática tem viabilizado estudos sobre: análise da distribuição de pacientes; variações na ocorrência de epidemias; monitoramento de vetores; avaliação em tempo real de situações de emergência ou catastróficas, entre outros. A associação da Medicina com a Geografia é antiga. A associação entre a saúde e a espacialização das doenças deve considerar a estruturação física do espaço geográfico a partir da caracterização de cada parte componente do sistema como preconiza a perspectiva sistêmica na Teoria Geral de Sistema, pois a população é parte integrante do espaço geográfico no qual ocorrem determinados agravos à saúde. Nestes pontos recai a relevância da presente pesquisa. O estudo foi desenvolvido na área da Bacia Hidrográfica de Jacarepaguá no município do Rio de Janeiro. Com aproximadamente 295 km<sup>2</sup> é composta por 19 bairros e tem uma população aproximada de 682000 habitantes. O estudo pretendeu estruturar uma metodologia para inserção das técnicas de Geomática na prática de análises de dados de saúde, apoiada na Teoria Geral de Sistemas, visando contribuir no processo de vigilância ambiental em saúde permitindo realizar um prognóstico de situações de risco de determinada população. A base cartográfica que apoiou o estudo foi construída através de cartas topográficas da DSG na escala 1:50000. Das cartas foram retiradas informações de planimetria relevantes ao estudo e as informações de altimetria que foram utilizadas na elaboração do modelo digital de terreno (MDT). Com o MDT foi gerado o mapa de declividade por grau que permitiu criar divisões em 5 classes para posterior geração de mapas temáticos com os dados de saúde. Os dados de saúde foram retirados do Sistema de Informações de Notificação de Agravos (SINAN) disponibilizado pelo Ministério da Saúde. A doença analisada foi a leptospirose. Os casos foram localizados pontualmente a partir dos endereços de residência. A hipótese aventada neste estudo era a existência de um alto grau de correlação entre as partes componentes representadas pela estruturação física do espaço e a ocorrência de leptospirose. Com os resultados comprovou-se a hipótese nula, pois somente ocorrem doenças em áreas associadas ao Fundo Chato da Baixada de Jacarepaguá e nos Declives Suaves dos Morros Isolados, também localizados no Subsistema Baixada. Isto demonstra que em termos desta doença existe uma ausência de população nesta componente espacial em áreas de maiores declividades.

Palavras-chave: Geomática, Geografia da Saúde, Teoria Geral de Sistemas.

## ABSTRACT

The collection of Geomatics' techniques has been a powerful allied to support space data decisions and handling. Last decade, it almost became essential to human and natural resources management. For health, Geomatics has made feasible some researches, such as: analyses about patients' distribution, epidemics occurrence variation, vector tracking, assessment about emergency or catastrophic situations in real time, among others. The association between Medicine and Geography is old. The association between health and spacialization of diseases may consider the physical structure of geographic space from characterization of each system's component part as the systemic perspective spreads in General System Theory seeing that the population is part of geographic space which occur some health disorders. Therefore, these facts are the importance of this research that was developed in Baixada de Jacarepaguá, Rio de Janeiro. This place has approximately 295 Km<sup>2</sup> and it is compounded by 19 neighborhoods which have an estimate of 682000 inhabitants. The research intended to structure a methodology to insert Geomatics' techniques into practice of health data analyses, supported by General System Theory, aiming to contribute in the process of environmental monitoring in health which allows a prognosis about situations of risks of certain population. The basic mapping that supported this study was built by topographic charts of DSG on the scale 1:50000. From these charts, planimetry details were taken off and also altimetry information that were used in the development of digital terrain model (DTM). With DTM, the slope mapping by percentage was done and it allowed the creation of compartments in five classes for subsequent generation of thematic maps with health data. The data of this study were found in health information systems released by the Ministry of Health. The analyzed disease was leptospirosis. And its cases were located from addresses of residence. The hypothesis raised here was the existence of high correlation among component parts represented by physical structure of space and the occurrence of leptospirosis. By the results, it was proved the void hypothesis because diseases only happen in areas which are associated with plain area of the coastal bas of Jacarepaguá and the suave hillside of the hillock, both in subsystem coastal bas. It demonstrates that in terms of leptospirosis, an absence of population exists at this space component in areas of major steepness.

Key-words: Geomatics, General Theory of System; Health Geography



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Área de estudo .....	16
Figura 2 - Área de estudo com detalhes dos subsistemas estudados .....	17
Figura 3 – Fluxograma das atividades .....	37
Figura 4 - Ligação entre folhas. Detalhe para as curvas de nível .....	39
Figura 5 - Mapa 3D .....	40
Figura 6 - Mapa de declividade em formato raster.....	42
Figura 7 – Mapa em formato vetorial da estruturação física do espaço geográfico.....	43
Fotografia 1 - Foto aérea da Baixada de Jacarepaguá .....	49
Fotografia 2 - Visão holística da baixada de Jacarepaguá .....	50
Fotografia 3 - Detalhe para o declive abrupto e declive suave .....	50
Fotografia 4 - Maciço da Tijuca com a Pedra da Gávea em destaque. Detalhe para moradia irregular em uma encosta de declive suave .....	51
Fotografia 5 - Rio Encaixado que corta um alvéolo intermontano.....	51
Figura 8 - Mapa da estruturação física do espaço geográfico com detalhe para a carga no banco de dados das partes componentes .....	55
Figura 9 - Mapa com os casos de leptospirose por bairro .....	58
Figura 10 - Mapa com os casos de leptospirose por partes componentes .....	59
Figura 11 - Mapas com taxas de leptospirose por bairro nos períodos endêmico e epidêmico .....	62
Figura 12 - Mapas com taxas de leptospirose por setor censitário nos períodos endêmico e epidêmico .....	63
Figura 13 - Mapa de Kernel com dados sobre a população residente .....	64

## LISTA DE QUADROS, GRÁFICOS E TABELAS

Quadro 1 - Escalas sistêmicas .....	25
Quadro 2 - Classificação dos Subsistemas e Partes Componentes do sistema bacia .....	41
Quadro 3 - Chave de interpretação das Partes Componentes.....	44
Tabela 1 - Soma das áreas das Partes Componentes .....	56
Gráfico 1 - Distribuição dos casos de leptospirose por ano .....	57
Tabela 2 - Casos de leptostpirose por partes componentes com as respectivas porcentagens .	60

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1. Objetivos .....	13
1.1.1. Objetivo Geral.....	13
1.1.2. Objetivos Específicos .....	14
1.2. Relevância do estudo.....	14
1.3. Hipótese.....	15
1.4. Estruturação da dissertação .....	15
2. ÁREA DE ESTUDO .....	16
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	20
3.1. Teoria Geral de Sistemas .....	20
3.1.1. Tipologia de sistemas.....	22
3.1.2. Metodologia Sistêmica .....	24
3.2. Geografia da Saúde .....	25
3.3. Geomática com ênfase nos Sistemas de Informações Geográficas.....	28
3.3.1. Geomática e SIG na Saúde Pública .....	31
3.3.2. Georreferenciamento de dados de saúde.....	32
3.4. Leptospirose .....	33
4. METODOLOGIA.....	35
4.1. Fonte de dados.....	35
4.1.1. Base cartográfica.....	35
4.1.2. Dados de saúde .....	35
4.1.3. Dados populacionais .....	36
4.2. Processamento dos dados .....	36
4.2.1. Estruturação Física do Espaço Geográfico baseado na Teoria Geral de Sistemas ..	37
4.2.2. Georreferenciamento dos dados de saúde.....	52
4.2.2. Mapeamento temático (estrutura física + dados saúde).....	53
4.2.3. Estatística ambiental ( % de ocorrência da saúde nas partes componentes).....	53
4.2.4. Associação com dados populacionais .....	53
5. RESULTADOS .....	54
5.1. Quanto à estruturação física do espaço geográfico .....	54
5.2. Quanto à identificação de locais de ocorrência de doenças .....	57
5.3. Quanto a avaliação da consistência das correlações entre os dados de saúde em cada parte componente .....	58
5.4 – Quanto à Hipótese .....	65
5.5. Quanto à estruturação de uma metodologia para inserção das técnicas de Geomática..	65
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	68

## 1. INTRODUÇÃO

As últimas décadas foram marcadas pela grande disponibilidade de dados e, conseqüentemente, de potenciais informações, assim como a crescente capacidade de análise e tratamento dos respectivos dados. Acresce que esta nova fase tem sido influenciada, principalmente, pelo aumento de capacidade de processamento dos microcomputadores, pela redução de custos dos equipamentos e pela oferta de sistemas computacionais cada vez mais simples e acessíveis. Nessa perspectiva, o conjunto de técnicas utilizadas na Geomática tem se transformado em um poderoso aliado no apoio à tomada de decisões e manipulação de dados espaciais tornando-se quase que indispensável nas gestões tanto dos recursos humanos quanto dos recursos naturais.

Na área da saúde e ambiente, diversos dados se encontram em meio magnético e estruturados de maneira a permitir seu uso e interpretação por diversas instituições. “Se, por um lado, estes dados estão disponíveis, por outro, freqüentemente, sua utilização é limitada pela ausência de integração, qualidade e apresentação” (Pina et al, 2000).

A Geomática facilita o estudo de associações entre dados de saúde e ambiente, dados sócio-econômicos, dados demográficos, dentre outros. No caso da saúde ela vem permitindo a compreensão de relacionamentos entre distribuições e difusão de doenças ao longo do tempo e do espaço geográfico, disponibilizando às autoridades públicas resultados numa visão espacial mais exata e abrangente, assim como viabilizando a otimização dos investimentos associados ao gerenciamento nessas áreas.

A busca pela compreensão das distribuições espaciais de recursos minerais, de propriedades urbanas e rurais, de animais e plantas é bastante antiga e sempre foi uma parte importante das atividades das sociedades organizadas. No entanto, até a alguns anos atrás, isto era divulgado, apenas, em documentos e mapas em papel. Isto impedia uma análise que combinasse diversos mapas, dados e informações. Com o desenvolvimento simultâneo da tecnologia de Informática a partir da segunda metade do século passado, tornou-se possível armazenar e representar tais informações em ambiente computacional abrindo, assim, espaço para o aparecimento da Geomática (Câmara et al, 2001).

Se por um lado a disponibilização de informações traz benefícios, por outro, estudar o processo saúde/doença, enquanto fenômeno coletivo, tem sido um desafio no que tange ao desenvolvimento de bases conceituais e metodológicas capazes de integrar o campo biológico aos fenômenos sócio-ambientais. Nenhum campo do conhecimento tem conseguido suprir de

respostas a pluralidade de fatores implicados nesse processo. Assim, é de extrema importância o aporte a vários campos do conhecimento, adotando-se uma perspectiva multi disciplinar (Costa, 1999).

A associação entre Medicina e a Geografia é antiga. Há mais de um século, epidemiologistas e outros cientistas da Medicina começaram a explorar o potencial das informações veiculadas pelos mapas em processos de busca do entendimento do dinamismo espacial das doenças.

É importante ressaltar que a questão da saúde não se restringe à presença ou ausência de doença. No sentido mais abrangente é a resultante das condições de alimentação, habitação, educação, renda, meio ambiente, trabalho, transporte, emprego, lazer, liberdade, acesso e posse da terra e acesso aos serviços de saúde. É assim, antes de tudo, o resultado das formas de organização social da produção, as quais podem gerar grandes desigualdades nos níveis de vida (Najar, 1992).

Compreende-se, assim, que a abordagem geográfica nos estudos de saúde, no âmbito dos Sistemas de Informações Geográficas, garante, com certeza, maior dinamismo e a reorientação das políticas públicas. Este trabalho utilizou para estudo de caso dados sobre leptospirose na área da bacia de Jacarepaguá.

## **1.1. Objetivos**

Os seguintes objetivos norteiam a presente dissertação:

### **1.1.1. Objetivo Geral**

Estruturar uma metodologia para inserção de técnicas de Geomática na prática de análises de dados de saúde, apoiada na Teoria Geral de Sistemas, visando contribuir no processo de vigilância ambiental em saúde permitindo, assim, realizar um prognóstico de situações de risco de determinada população.

### 1.1.2. Objetivos Específicos

- Estabelecer um exemplo aplicado a um espaço geográfico onde se têm dados de saúde relacionando-os a cada parte componente da estruturação física deste espaço geográfico e associando as variáveis populacionais com intuito de fornecer subsídios metodológicos voltados para o planejamento ambiental em âmbito municipal;
- Avaliar a consistência qualitativa das correlações entre os dados de saúde dentro de cada parte componente definida através da nova base cartográfica elaborada no projeto.
- Criar mecanismos metodológicos para subsidiar a integração de dados ambientais a partir da estruturação física do espaço e dados populacionais.

### **1.2. Relevância do estudo**

Os dados relacionados à saúde e doença apresentam dimensão espacial, o que aponta que a distribuição geográfica é uma das primeiras características a serem analisadas.

O espaço geográfico nas pesquisas em saúde torna-se interessante no contexto atual, tendo em vista a importância que o meio-ambiente exerce sobre a percepção da existência humana, fato esse comprovado na discussão sobre o aquecimento global. As técnicas de Geomática, principalmente aquelas voltadas para a utilização dos Sistemas de Informações Geográficas - SIG, se tornaram uma importante e imprescindível ferramenta de pesquisa, por trazerem às autoridades a possibilidade de gerar produtos associados a tomadas criteriosas de decisões. São exemplos desses produtos: cenários ambientais, fundamentais para a compreensão das causalidades dos fenômenos espaciais, simulações de eventos, análises de resultado associados as distribuições de tendências espaciais, caracterização de situações de risco ou de calamidade, criação de planos alternativos para intervenção a curto tempo. Nessa perspectiva, estudos mostram que através de métodos manuais, sem a utilização de técnicas computacionais como as oferecidas pelo SIG às análises espaciais de dados de saúde e ambiente seriam difíceis, se não impossíveis, de serem realizadas tendo em vista o alto custo e tempo de execução.

A saúde e o ambiente estão intrinsecamente influenciados pelos padrões de ocupação do espaço: não basta descrever as características das populações, mas torna-se necessário localizar, o mais precisamente possível, onde estão acontecendo os agravos, que serviços a população está procurando, o local de potencial risco ambiental e as áreas onde se concentram situações sociais vulneráveis, entre outras (Pina, 2000). Portanto, esses campos da ciência não devem estudar os espaços físicos ou sócio-econômicos como objetivo único e isolado, mas como meios integrados, dinâmicos, interconectados, em que o meio natural relaciona-se às questões bióticas, onde o Homem se inclui com suas atividades políticas, culturais e sócio-econômicas (Alves Costa, 2007).

A associação entre a saúde e a espacialização das doenças deve considerar a estruturação física do espaço geográfico estudado a partir da caracterização de cada parte componente do sistema como preconiza a perspectiva sistêmica na Teoria Geral de Sistema, pois a população representa o nível encadeante que integra o espaço geográfico no qual ocorrem determinados agravos à saúde. Nestes pontos recai a relevância da presente pesquisa.

### **1.3. Hipótese**

A hipótese deste estudo é que existe um alto grau de correlação entre as partes componentes representadas pela estruturação física do espaço e a ocorrência de determinadas doenças.

### **1.4. Estruturação da dissertação**

A presente dissertação está estruturada em seis capítulos.

Assim, consta no Capítulo 2 a descrição detalhada da área de estudo e sua localização geográfica e o motivo pela qual foi escolhida.

O Capítulo 3 apresenta conceitos fundamentais sobre Teoria Geral de Sistemas, Geomática, Geografia da Saúde, doença, espaço geográfico, dentre outros, fornecendo subsídios para o entendimento da metodologia e desenvolvimento do estudo.

O Capítulo 4 descreve a metodologia apresentando as fontes de dados e os procedimentos adotados no qual o estudo foi desenvolvido.

O Capítulo 5 apresenta os resultados obtidos.

As considerações finais são apresentadas no Capítulo 6.

## 2. ÁREA DE ESTUDO

A área estudada compreende a bacia hidrográfica de Jacarepaguá localizada entre as latitudes  $22^{\circ} 52' S$  e  $23^{\circ} 04' S$  e as longitudes  $43^{\circ} 16' W$  e  $43^{\circ} 38' W$ , situada na zona oeste do município do Rio de Janeiro. Com aproximadamente  $295 \text{ km}^2$  é composta por 19 bairros (Jacarepaguá, Anil, Gardênia Azul, Curicica, Freguesia, Pechincha, Taquara, Tanque, Praça Seca, Vila Valqueire, Joá, Itanhangá, Barra da Tijuca, Camorim, Vargem Pequena, Vargem Grande, Recreio dos Bandeirantes, Grumari e Cidade de Deus) distribuídos em três Regiões Administrativas (RA): Jacarepaguá, Barra da Tijuca e Cidade de Deus conforme mostra a Figura 1.

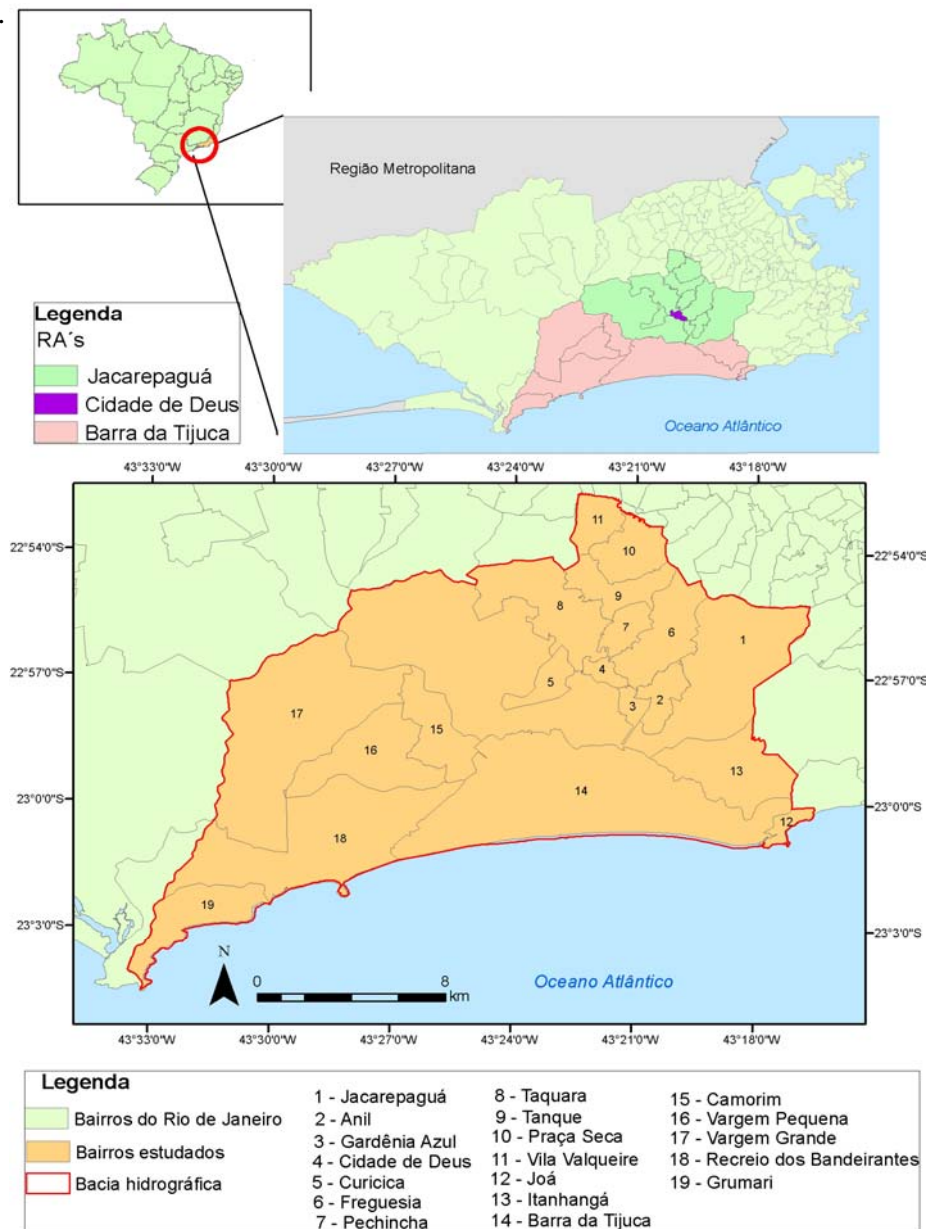


Figura 1: Área de estudo (Fonte de dados: IBGE)



A área é delimitada a leste pelo maciço da Tijuca, a oeste pelo maciço da Pedra Branca ao sul pelo Oceano Atlântico compreendendo a área da baixada de Jacarepaguá como mostra a Figura 2, e coincide exatamente com os limites dos 19 bairros mostrados na figura 1. As linhas de crista desses dois maciços formam o divisor de águas da bacia de drenagem do sistema ambiental de onde nascem vários rios que deságuam nas lagoas de Jacarepaguá,

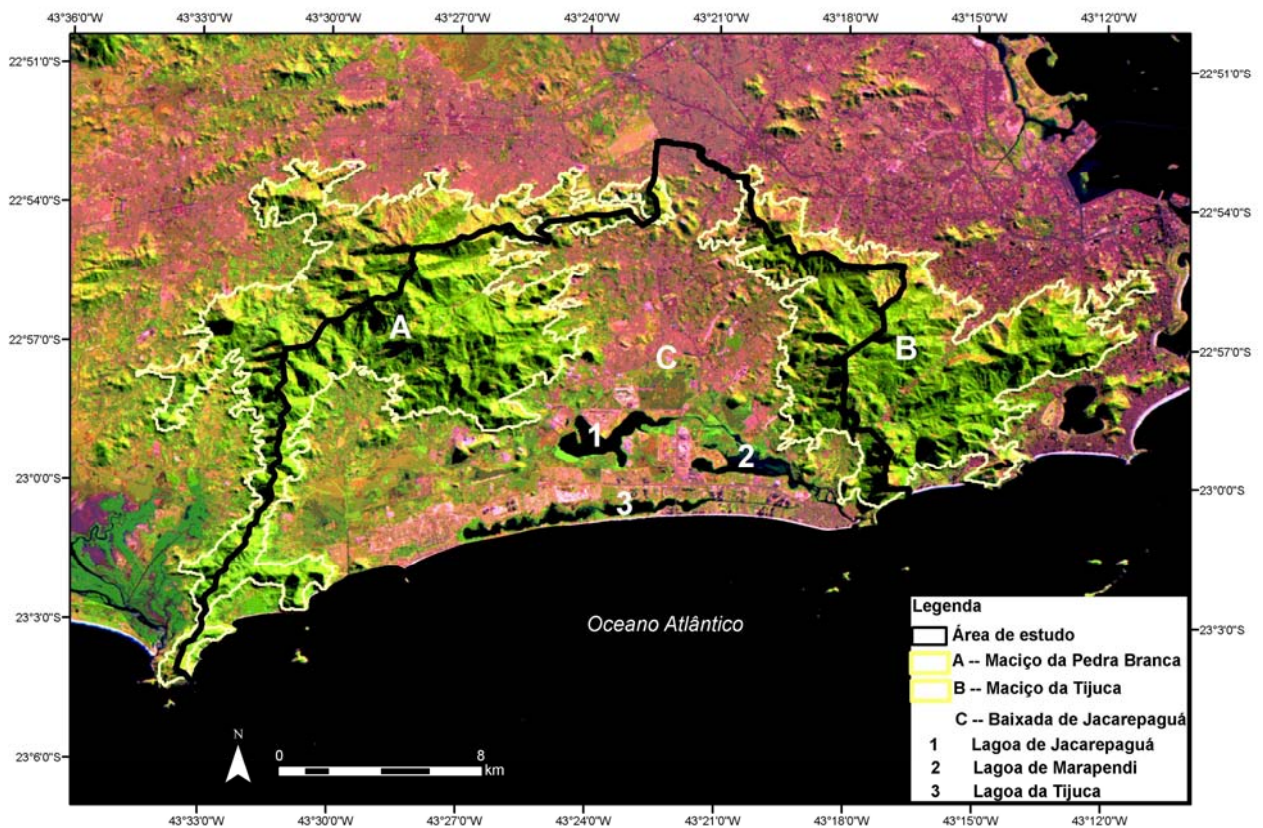


Figura 2: Área de estudo com detalhes dos subsistemas estudados (Fonte de dados: Landsat TM 5)

Na baixada de Jacarepaguá estão situadas algumas das principais lagoas costeiras cariocas. Esse conjunto lagunar possui uma área aproximada de  $8,5 \text{ Km}^2$  com volume de água de  $2,83 \times 10^7 \text{ m}^3$  (Amorim, 2001).

O maciço da Pedra Branca compreende o conjunto das serras: Valqueire, Viegas, Bangu, Barata, Lameirão, Engenho Velho, Rio Pequeno, Taquara, Pedra Branca, Quilombo, Santa Bárbara, Rio da Prata, Nogueira, Alto do Peri, Sacarrão, Geral de Guaratiba, Carapiá, Cabuçu e Grumari e detém o ponto culminante do município, o Pico da Pedra Branca, com 1.025 metros de altitude. Nesse maciço se localiza o Parque Estadual da Pedra Branca um dos maiores parques urbanos do mundo e uma das maiores florestas urbanas do país, com cerca de 12.500 hectares, o que representa cerca de 10% da área total do município do Rio de Janeiro.

Coberto por vegetação típica da Mata Atlântica, como cedros, jacarandás, jequitibás e ipês, além de uma variada fauna, composta por jaguatiricas, preguiças-de-coleira, tamanduás-mirins, pacas, tatus e cotias. Caracterizado por terrenos pré-cambrianos, representados por complexo granítico-magmático e corpos graníticos subordinados; alguns corpos de plutonitos alcalinos de idade Mesozóica; e recobrimentos sedimentares notadamente holocênicos. Apresenta feições morfológicas típicas de planície costeira, com presença de morros arredondados. Apresenta nos níveis mais baixos os solos latossolos, mais evidentes ao longo das vertentes meridionais do maciço. Nos níveis mais elevados e nas encostas dos vales estão os solos podzólicos vermelho e amarelo litossol, são solos raros das vertentes montanhosas. O Parque possui em suas vertentes inúmeras furnas e grotas de blocos graníticos, formando cachoeiras e paisagens emolduradas pela Mata Atlântica (<http://www.parquepedrabranca.com>).

O Maciço da Tijuca é composto por 3 serras principais: Serra da Carioca, Serra dos Três Rios e Serra dos Pretos-Forros. Destacam-se relevos como o morro Dois Irmãos, Pedra da Gávea, Pedra Bonita, Morro do Elefante, Pedra do Andaraí, morro do Sumaré, morro do Corcovado e Pico da Tijuca. O maciço estende-se, de sul ao norte, do Costão do Vidigal até o bairro do Campinho. Possui uma área de aproximadamente 118,7 km<sup>2</sup> marcada por um relevo montanhoso, nele se encontra o Parque Nacional da Tijuca. Primitivamente todo o esse parque esteve coberto por densa cobertura florestal do tipo de Mata Tropical Pluvial. Historicamente, tal floresta foi quase que inteiramente substituída, em razão da retirada de madeira de construção para o Rio, lenha e carvão para consumo de numerosos engenhos de cana-de-açúcar, olarias e fins domésticos, bem como da expansão da lavoura cafeeira em quase toda área. Em seguida, foram plantadas milhares e milhares de mudas de árvores, trazidas das áreas vizinhas (Pedra Branca, Guaratiba, etc.). A partir do século XIX, a natureza veio transformando a área e hoje o parque está quase que totalmente reflorestado, com uma flora rica e diversificada composta de murici, ipê-amareio, ipê-tabaco, angicos, caixeta-preta, cambuí, urucurana, jequitibá, araribá, cedro, ingá, açoita-cavalo, pau-pereira, cangerana, canelas, camboatá, palmito, brejaúba, samambaias, quaresmeiras, caetés, pacovas, líquens, musgos, etc. fixados em rochas compostas de gnaíse, com presença de massas graníticas. Há que se distinguir a introdução de uma flora exótica, hoje aclimatada em sua maioria como dracenas, bambus, beijos, freira, jaqueiras, mangueiras, fruta-pão, jambeiros, jabuticabeiras, etc. que tiveram grande importância no processo de reflorestamento dentre outros benefícios, fazendo sombra nas espécies originais e favorecendo seu crescimento. O imenso maciço se apresenta interrompido por diques de diabásio que sofreram maior desgaste pelo intemperismo, dando origem as gargantas e vales entre as montanhas (como o Vale dos

Macacos, Mesa do Imperador, o Alto da Boa Vista, a Garganta do Mateus, etc.) ([http://www.terrabrasil.org.br/pn\\_tijuca/pnt\\_1.thm](http://www.terrabrasil.org.br/pn_tijuca/pnt_1.thm)).

A área da bacia de Jacarepaguá, mais especificamente, a baixada de Jacarepaguá foi por muito tempo, escassamente ocupada sendo uma das últimas a serem urbanizadas no município do Rio de Janeiro. É uma área ambientalmente muito rica possuindo um dos últimos e significativos remanescentes de manguezal e restinga na orla da Lagoa de Marapendi. Com a implantação de novas linhas rodoviárias em meados do último século, a ocupação urbana se tornou irreversível. A acelerada ocupação da área desde a década de 70 não foi acompanhada da mesma velocidade pelo estabelecimento de uma infra-estrutura necessária, o que vem causando sérios danos ao meio-ambiente. As águas lagunares e fluviais passaram a ser utilizadas para a diluição de efluentes domésticos e despejos industriais agravando ainda mais esse quadro (Zadorosny,2006). Pelo Censo Demográfico de 2000 a população era de aproximadamente de 682000 habitantes (IBGE, 2000).

Pelos aspectos apresentados, a bacia de Jacarepaguá se torna uma área significativa para realização de estudos ambientais, além de ser uma área que inspira muitos cuidados no campo da saúde pública, uma vez que apresenta diversas doenças endêmicas, entre elas a leptospirose, abordada nesse estudo.

### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nos itens seguintes consta a base teórica pesquisada na presente dissertação.

#### 3.1. Teoria Geral de Sistemas

A Teoria Geral de Sistemas (TGS) foi desenvolvida em 1929 nos Estados Unidos por R. Dufay, mas no entanto foi o biólogo Ludovic von Bertalanffy que a partir de 1932, fez as primeiras aplicações na Termodinâmica e na Biologia (Argento, 2008). Considerado mentor intelectual da Teoria de Sistemas, Bertalanffy publicou vários trabalhos amadurecendo suas idéias. Finalmente em 1968, a Teoria Geral de Sistemas concretiza-se de maneira formal com a publicação da obra *General System Theory*, onde Bertalanffy elabora uma teoria interdisciplinar de função integradora, em reação ao reducionismo, capaz de transpor os problemas exclusivos de cada ciência, que se mantinham “encapsuladas em seus campos científicos específicos” (Bertalanffy, 1973).

Bertalanffy defendeu a criação de uma nova disciplina com a intenção de constituir um amplo campo teórico-conceitual que valorizasse a interação, a inter-relação e a integração, e que anunciasse uma nova compreensão do mundo ao abordar as questões científicas, empíricas e/ou pragmáticas dos sistemas enfatizando a complexidade organizada. Constituíam-se, portanto, numa filosofia da ciência da totalidade, cujo objetivo era reavivar a unidade da ciência (Alves Costa, 2007).

A partir da publicação de Bertalanffy, o paradigma de sistemas infiltrou-se gradualmente nas ciências físicas e biológicas, valorizando conceitos que refletiam a complexidade, a integração e o holismo. Antigos conceitos que sugeriam sistemas, subsistemas e visão sistêmica, foram resgatados e outros criados e passaram a ser usados na literatura, como por exemplo, ecotopo, ecossistema, holon, pedosystem, agroecossistema e tantos outros (Alves Costa, 2007).

O mundo complexo pode ser decomposto intelectualmente em partes internamente estruturadas chamadas de subsistemas, a serem investigadas sob condições simplificadas. (Chorley e Kennedy, 1971). É necessário estudar não somente partes e processos isoladamente, mas também resolver os problemas encontrados na organização e na ordem que os unifica, resultantes da interação dinâmica das partes, o que torna o comportamento das mesmas, diferente quando estudadas isoladamente e quando tratadas no todo (Bertalanffy Op.cit 1977).

A utilização de conceitos da TGS nas ciências ambientais por Chorley e Kennedy na obra "*Physical Geography - A system approach*" publicada em 1971, abriu nova fronteira e contribuiu para o desenvolvimento de diversos trabalhos e publicações, nessa área. Assim, vários autores passaram a adotar em diversas ciências, os conceitos operacionais desenvolvidos pela TGS, incluindo-se aqueles associados às ciências voltadas para a compreensão do espaço (Argento, 2008).

Segundo Alves Costa (2007), isso fez com que a superfície terrestre fosse observada sob um outro aspecto, como um sistema maior composto de vários sistemas de nível inferior (subsistemas), com diversos níveis de organização, abrindo, assim, caminho para a visão sistêmica, que examina o todo sem dividi-lo, em oposição à visão analítica, que desmembra o todo em partes, sem ter uma visão holística.

A abordagem holística sistêmica faz-se necessária para compreensão, por exemplo, de como as entidades ambientais físicas expressam-se em organizações espaciais, se estruturam e funcionam como diferentes unidades complexas em si mesmas e na hierarquia de alinhamentos. Simultaneamente e interativamente há necessidade de focalizar os subconjuntos e partes componentes em cada uma delas, a fim de conhecer seus aspectos e as relações entre eles. (Christofolletti, 1999).

Os grupos humanos devem compreender as características e o funcionamento dos sistemas do meio ambiente e evitar introduzir ações que provoquem rupturas no equilíbrio, que podem ocasionar em impactos ambientais que ultrapassem a estabilidade existente (Christofolletti, 1999).

A TGS revolucionou a ciência no período pós-guerra, dando suporte ao desenvolvimento de áreas de conhecimentos, até então desconhecidas, como foi o caso da linha de sistemas operacionais, em engenharia, a ampliação da base computacional e, principalmente, na alta tecnologia espacial, desenvolvida pela NASA dos Estados Unidos. No entanto, em termos ambientais, as iniciativas são poucas, tanto teóricas quanto práticas, que utilizaram esta teoria, no sentido de buscar construir uma base sólida para a incursão de contextos multidisciplinares (Argento, 2008).

A abordagem pela TGS pressupõe o entendimento de alguns conceitos, dentre eles o vocábulo "sistema" que pode ser considerado como o conjunto organizado de elementos e de interações entre os elementos. Segundo Chorley e Kennedy (1971), sistema tem um aspecto conectivo do conjunto formando uma unidade e definem:

“um sistema é o conjunto estruturado de objetos e/ou atributos. Esses objetos e atributos consistem de componentes ou variáveis (isto é, fenômenos que são

passíveis de assumir magnitudes variáveis) que exibem relações discerníveis um com os outros e operam conjuntamente como um todo complexo, de acordo com determinado padrão”.

Numa breve revisão sobre teoria de sistemas, Haigh (1985) define:

“sistema é a totalidade que é criada pela integração de um conjunto estruturado de partes componentes, cujas inter-relações estruturais e funcionais criam uma inteireza que não se encontra implicada por aquelas partes componentes quando desagregadas”.

Segundo Christofolletti (1999) na análise e modelagem ambiental deve-se estar ciente de que distinguir um sistema na multiplicidade das características e fenômenos da superfície terrestre é ato mental cuja ação procura abstrair o referido sistema da realidade envolvente. Considerando que cada observador, dependendo de sua formação intelectual, tem uma percepção ambiental, Campbell (1958) propôs algumas normas com a finalidade de diminuir essa subjetividade: a) a proximidade espacial de suas unidades; b) a similaridade de suas unidades; c) o objetivo comum das unidades; d) a padronagem distinta ou reconhecível de suas unidades.

Não necessariamente todas as regras são obedecidas, mas isso não pode prejudicar o discernimento do sistema. Como exemplo, Christofolletti (1999) ressalta que nem sempre os elementos componentes de um sistema estão próximos, contíguos uns dos outros como ocorre nos sistemas ambientais físicos. Em um sistema industrial os elementos não apresentam contigüidade espacial, por exemplo.

### 3.1.1. Tipologia de sistemas

Os sistemas podem ser classificados conforme vários critérios, alguns destes mais importantes para a análise ambiental como é o critério funcional. Forster Rapport e Trucco utilizando esse critério classificam os sistemas como: isolados ou não isolados (“in Christofolletti”). Os isolados referem-se aos sistemas que, dadas as condições iniciais, não trocam energia ou matéria com o meio exterior. (Argento, 2008). Os sistemas não-isolados mantêm relação com outros sistemas no universo no qual funcionam. Esse tipo de sistema pode ser dividido em fechado ou aberto. Segundo Christofolletti (1999), os sistemas são fechados quando há troca de energia e não de matéria. Como exemplo cita o planeta Terra, que recebe energia solar e perde por meio de radiação para as camadas extra-atmosféricas, mas não recebe nem perde matéria para nenhum astro. Os sistemas abertos são aqueles que

trocam energia e matéria constantemente com outros sistemas, pode-se considerar que todos os sistemas ambientais são abertos (Argento, 2008).

Usando o critério da composição integrativa, Chorley e Kennedy (1971) propõem uma classificação estrutural e distinguem onze tipos de sistemas, dentre os quais destacam quatro como mais importantes no campo de ação da Geografia Física e análise ambiental. São eles: sistemas morfológicos, sistemas encadeantes, sistemas processo-resposta e sistemas controlados.

Os sistemas morfológicos são compostos somente pela associação das propriedades físicas dos sistemas e de seus elementos componentes, ligados com os aspectos geométricos e de composição, constituindo os sistemas menos complexos das estruturas naturais. Correspondem as formas sobre as quais se podem fazer medidas, por exemplo, comprimento, altura, largura, densidade, etc. Esse tipo de sistema pode ser isolado ou não-isolado (aberto ou fechado), mas normalmente os estudados na análise ambiental são os não-isolados por possuir muitas propriedades que são consideradas como respostas ou ajustamentos ao fluxo de energia ou matéria através do sistema em seqüência aos quais estão ligados. A análise a nível morfológico considera a forma, a natureza e a localização dos componentes do sistema e se preocupa em individualizar, hierarquizar e caracterizar os sistemas e suas respectivas partes componentes (Argento, 2008). Como exemplo, Christofolletti (1999) cita que a densidade de drenagem como uma resposta à hidrologia da área.

Os sistemas encadeantes são compostos por uma seqüência de subsistemas que possuem a grandeza e a localização espacial, que são dinamicamente relacionados por uma cascata de matéria e energia. A saída de matéria de um subsistema é a entrada de um subsistema adjacente. Nesse tipo de sistema, a relevância da análise cai sobre a caracterização dos fluxos de matéria e energia e nas transformações ocorridas em cada subsistema (Christofolletti, 1999). A nível encadeante, a análise se destina a compreender as inter-relações entre as unidades que interligam os subsistemas e respectivas partes componentes. Um exemplo no subsistema vertente: a água recebida pode ser armazenada nos poros das rochas ou ser transferida para os rios ou para o lençol freático; no subsistema lençol freático, a água pode ser armazenada ou ser transferida para plantas e rios; no subsistema vegetação, a água pode ser armazenada nas plantas ou ser transferida para a atmosfera e assim por diante até a água retornar para os lagos e mares e ser entrada novamente através da chuva. (Christofolletti, 1999).

Os sistemas de processos-respostas são formados pela combinação de sistemas morfológicos e de seqüência. Os sistemas em seqüência indicam o processo e os morfológicos

representam a forma. Nesses sistemas a ênfase maior está focada na identificação das relações entre o processo e as formas que dele resultam, caracterizando a globalização do sistema. Segundo Argento (2008), esse nível de análise fornece a compreensão integrada do sistema e é responsável pela complementação do processo diagnóstico do sistema. Como exemplo, Christofolletti (1999) cita:

“... aumentando a capacidade de infiltração de determinada área, haverá diminuição no escoamento superficial e na densidade de drenagem, o que reflete na diminuição da declividade das vertentes. Essa diminuição, por sua vez, facilita a capacidade de infiltração e diminui o escoamento superficial.”

Já os sistemas controlados são os que apresentam a atuação do homem sobre os sistemas de processos-respostas. A complexidade desses sistemas varia de acordo com o tipo de intervenção humana. Dependendo de que variável o Homem intervir pode produzir modificações na distribuição de matéria e energia dentro dos sistemas em seqüência, e assim, influenciar nas formas a eles relacionadas. Introduzindo, por exemplo, novas espécies de vegetais ou novas atividades de uso do solo, o Homem pode produzir consciente ou inadvertidamente, grandes modificações na organização regional de determinadas áreas causando impactos antrópicos no sistema ambiental (Christofolletti, 1999).

Chorley e Kennedy (1971) apresentam uma abordagem sistêmica na área ambiental, onde o nível morfológico e encadeante e a interseção entre eles gera os sistemas processo-resposta: quando o homem intervém, produz mudanças operacionais na distribuição de energia e massa, que dão origem aos sistemas de controle geográfico (Alves Costa, 2007).

### 3.1.2. Metodologia Sistêmica

Os trabalhos desenvolvidos segundo a Teoria Geral de Sistemas pressupõem a utilização da metodologia sistêmica, porém é necessário o entendimento dos conceitos de sistema, subsistemas e suas respectivas partes componentes. Cada um dos conceitos apresenta limites e funções internas e externas bem definidas, mas os três são conjuntos estruturados de objetos e/ou atributos. O que vai distingui-los é a escala de análise que estará diretamente vinculada com a definição dos objetivos do estudo. As escalas estão diretamente relacionadas aos objetivos que se deseja atingir. Portanto um sistema poder ser considerado como subsistema se analisado em outra escala, assim como uma parte componente pode ser considerada como um sistema (Argento, 2008). O quadro 1 exemplifica esse caráter subjetivo:



Quadro 1: Escalas sistêmicas (Adaptada de Argento, 2008)

Sistema	Subsistema	Partes componentes	Escala
Galáxia	Via Láctea	Planeta Terra	Visão planetária
Via Láctea	Planeta Terra	Continentes e mares	Visão terrena
Planeta Terra	Continentes	Africano, Americano, etc.	Visão continental
Continente Americano	América do Sul, do Norte e Central	América do Sul	Visão de bloco
América do Sul	Brasil, Chile, Argentina, etc.	Brasil	Visão nacional
Brasil	Região Sudeste, Sul, etc.	Sudeste	Visão regional
Região Sudeste	RJ, SP, MG	RJ	Visão estadual

A abordagem sistêmica não pode rejeitar o processo analítico como ferramenta de trabalho que permita reconhecer a identidade e as propriedades de cada um de seus elementos em particular. Caso contrário, as próprias relações entre esses elementos - que constituem a própria essência do sistema - tornar-se-iam hipotéticas ou dogmáticas (Branco, 1999).

### 3.2. Geografia da Saúde

A utilização do espaço como categoria de análise para a compreensão da ocorrência e distribuição de doenças nas coletividades e a incorporação do conceito de espaço na Epidemiologia é bastante antiga (Silva, 1997). A percepção de que certas doenças ocorrem preferencialmente em determinados locais e a análise do local como um ponto diferencial na ocorrência de agravos de saúde vêm sendo utilizado desde Hipócrates (480 A.C.), que em seu livro Ares, Águas e Lugares, além de enfatizar a importância do modo de vida dos indivíduos, analisou a influência dos ventos, água, solo e localização das cidades em relação ao Sol, na ocorrência da doença (Pessoa, 1978; Trostle, 1986, apud Costa, 1999, p.273). Mas os

conceitos utilizados eram implícitos, nunca discutidos por si (Verhasselt, 1981; Wilding et al, 1995, apud Silva, 1997, p.586).

Segundo Costa (1999), a partir do século XVI o saber médico e a Geografia se aproximaram. Esse período corresponde ao predomínio da concepção determinista da Geografia sobre a relação homem/natureza, de modo que as características geográficas, principalmente o clima, eram colocadas como responsáveis pela ocorrência das doenças. Nessa época começa surgir a Geografia tropical, que mais tarde se transforma na Geografia médica.

Destaca-se o estudo de Snow de 1855, considerado um marco na constituição da Epidemiologia, que, por meio da distribuição espacial dos casos de cólera na cidade de Londres, consegue identificar o veículo de transmissão da doença antes mesmo da descoberta dos micróbios.

Após esse período, principalmente com o desenvolvimento da microbiologia no final do século XIX vários estudos aparecem ora dando ênfase à etiologia infecciosa da doença que privilegiava o agente e considerava como secundário o papel de outros fatores, inclusive os da natureza, ora considerando elementos da Geografia Física como solo, clima, vegetação, água, etc. fatores importantes na determinação de certas doenças sem, é claro, negar a importância do agente biológico.

Neste cenário apoiado na clínica e na estatística, nasce a Epidemiologia, preocupada em explicar a ocorrência das doenças transmissíveis, prevalentes na época. Apesar de ser a ciência que pretendia estudar a ocorrência da doença nas coletividades, o seu foco central era o indivíduo (Almeida-Filho, 1998; apud Costa, 1999, p.274).

No século XX, voltam a ser produzidos estudos enfatizando o impacto do ambiente sobre as condições de saúde do homem, mas é entre as décadas de trinta e cinquenta que se firma a constatação de que somente a presença do agente não era suficiente para a produção de enfermidade e do aparecimento de determinadas nosologias nas quais não era possível a identificação de um agente etiológico (Costa, 1999).

Surgiram estudos os quais favoreciam o florescimento da concepção da doença como resultado do desequilíbrio ecológico e que forneciam à Geografia Médica uma base conceitual que permitiam investigações interdisciplinares, e além disso, apresentavam os hábitos, as condições de habitação e a ocupação como gêneros de vida, representando as possibilidades de constituição de complexos patogênicos (Silva, 1985; apud Costa, 1999, p.274). Surgem, então, teorias que propunham a interação homem-ambiente onde o desequilíbrio poderia produzir, alterar ou transformar os focos de transmissão de doenças. Os conceitos da Ecologia

são incorporados nos estudos do processo saúde-doença, contribuindo para o desenvolvimento da história natural das doenças e do modelo da multicausalidade (Barreto, 1982).

Samuel Pessoa tem importante papel na fundamentação da Geografia Médica com seus estudos sobre endemias prevalentes no Brasil especialmente as transmitidas por vetores como esquistossomose, doença de Chagas, malária, etc.

O meio geográfico cria, indiscutivelmente, condições constantes e necessárias para a incidência e propagação de inúmeras moléstias reinantes nos trópicos e, principalmente, em relação às doenças metaxênicas, isto é, àquelas que exigem para sua transmissão vetores biológicos, como por exemplo, a malária, a febre amarela, as filarioses transmitidas por mosquitos, a esquistossomose por moluscos. O desenvolvimento dos vetores bem como a multiplicação do agente patogênico nestes hospedeiros estão estritamente ligados ao meio geográfico e especialmente às condições climáticas (Pessoa, 1978).

Os estudos de Milton Santos sobre organização do espaço foram referências importantes nas análises da relação entre doença e espaço. Diversos estudos sobre doenças endêmicas e epidêmicas foram elaborados a partir da teoria de Milton Santos a respeito do espaço. Segundo esse autor, espaço é um conjunto indissociável de sistemas de objetos e sistemas de ações, um conjunto de fixos e fluxos (Santos, 1996).

Assumido nessa concepção, o espaço geográfico apresenta-se para a Epidemiologia como uma perspectiva singular para melhor apreender os processos interativos que permeiam a ocorrência da saúde e da doença nas coletividades (Costa, 1999).

Em Epidemiologia, o uso do conceito de espaço acompanhou o desenvolvimento teórico da Geografia da Saúde.

“A indistinção entre variáveis de saúde, seus determinantes e seus contornos sócio-econômicos fez com que diversos preconceitos étnicos, culturais e ambientais fossem incorporados à chamada Geografia Médica” (Barcellos & Bastos, 1996). Como foi visto, os primeiros estudos dessa disciplina buscavam associação entre áreas endêmicas de doenças e características culturais, sociais, raciais e climáticas. Os estudos mais atuais buscam relações entre a exposição ambiental a agentes de risco. Condições de saúde têm sido muito estudadas, por exemplo, associações entre qualidade do ar e doenças respiratórias (Barcellos & Bastos, 1996) ou qualidade da água com cólera, hepatite, etc.

O impacto de condições ambientais adversas sobre a saúde tem sido alvo de muitas análises. Isto se explica pelo fato de que no espaço encontram-se superpostas outras instâncias da sociedade, como a econômica, a cultural, social, além de fatores ambientais. (Santos, 1996).

Neste estudo se faz necessário o entendimento do conceito de Epidemiologia uma vez que está intimamente ligado a Geografia da Saúde. A Epidemiologia pode ser entendida como a disciplina que estuda os determinantes do processo-doença. É a ciência que estuda quantitativamente a distribuição dos fenômenos de saúde/doença e seus fatores condicionantes e determinantes nas populações humanas.

Na Geografia da Saúde, o espaço é entendido como o cenário onde se desenvolvem as interações entre os diferentes segmentos das sociedades humanas e a natureza. As doenças surgem ou são modificadas por essas interações. Para a Epidemiologia, com a compreensão do processo de organização do espaço permite entender o papel do natural da gênese e distribuição de doenças (Silva, 1997). O meio é percebido como um recipiente que facilita ou não o contato entre pessoas, ou hospedeiros e agentes etiológicos (Czeresnia & Ribeiro, 2000).

A Epidemiologia Descritiva, conforme a conceituação clássica entende o espaço como um conjunto de determinantes, geralmente de natureza biológica ou natural, como clima, vegetação, latitude (Heunis et al., 1995; Sinha & Benedict, 1996; apud Silva, 1997, p. 586) e topografia (Forattini, 1976, apud Silva, 1997, p. 586). A análise do espaço geográfico não se restringe a interesses históricos, ainda que seja fundamental para a compreensão (Silva, 1997), mas também estabelecer diferenciações entre conjuntos de regiões conforme características que as distinguem, introduzindo a variável localização (Barcellos & Bastos, 1996).

O espaço em Epidemiologia pode receber diferentes definições e interpretações, não é uma metodologia pronta e acabada, portanto esse conceito deve servir como um recurso de investigação por isso não é apropriado se prender a paradigmas ou metodologias, deve-se estar aberto a sofrer modificações conforme a evolução dos modelos utilizados, tendo um grande potencial de evolução, cujo aproveitamento já vem sendo feito (Sabroza et al, 1995).

### **3.3. Geomática com ênfase nos Sistemas de Informações Geográficas**

Entende-se por Geomática o conjunto de tecnologias de coleta, tratamento, manipulação e apresentação de informações espaciais. É um termo amplo que engloba diversas tecnologias de aquisição, análise, interpretação, distribuição e utilização de informações geográficas. Abrange uma gama de disciplinas que podem ser agrupadas para criar uma imagem detalhada e compreensível do mundo físico (EEA, 2007).

A Geomática tem aplicações em todas as disciplinas que dependem de dados espaciais, incluindo a silvicultura, estudos ambientais, planejamento, engenharia, navegação, geologia e geofísica. É fundamental para todas as áreas de estudo que utilizam espacialmente dados relacionados, tais como Agrimensura, Sensoriamento Remoto e Fotogrametria, Cartografia, Sistemas de Informação Geográfica, Estudos de Propriedade ou Cadastral e GPS.

O termo Geomática denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional. As ferramentas computacionais para Geomática, permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados (Câmara et. al, 2001).

É costume dizer que Geomática é uma tecnologia transdisciplinar que permite a convergência de diferentes disciplinas científicas para o estudo de fenômenos ambientais e urbanos. Ou ainda, que “*o espaço é uma linguagem comum*” para as diferentes disciplinas do conhecimento (Câmara et. al, 2001).

Dentre as técnicas de Geomática mais utilizadas incluem-se:

- Modelo Digital de Terreno;
- Sensoriamento remoto;
- Sistemas de informação geográfica (SIG);
- Sistema de posicionamento global (GPS);
- Cartografia Digital;
- Geoestatística, etc.

A Geomática é fruto da integração de ciências e técnicas que convergem na direção da produção da informação, obrigando a revisão dos métodos tradicionais de planejamento e gestão, pela introdução da variável posição no processo (Azevedo, 2007).

Não existe na literatura um consenso da diferença entre Geoprocessamento e Geomática, mas pode-se dizer que o termo Geoprocessamento não é tão abrangente. Seu campo de atuação se restringe às técnicas de processamento dos dados para a produção das informações não se preocupando com os mecanismos da coleta, mas com a coerência das fases inerentes ao processo de produção e uso da informação (Azevedo, 2007).

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) podem ser entendidos como a mais completa das técnicas de Geomática, uma vez que podem englobar todas as demais. Não raro, se verifica a utilização errônea dos dois termos, como se fossem sinônimos; na verdade,

podemos afirmar que todos os SIG são técnicas de Geomática, mas nem sempre a recíproca se aplica (Pina, 1998).

Segundo Burrough (1986) o SIG é um conjunto poderoso de ferramentas para coleta, armazenamento, recuperação, transformação e visualização de dados sobre o mundo real. Aranoff (1898) conceitua SIG como “Um conjunto manual ou computacional de procedimentos utilizados para armazenar e manipular dados georreferenciados”.

Muitas são as definições encontradas na literatura, entretanto, todas refletem a multiplicidade de usos e visões possíveis desta tecnologia e apontam para uma perspectiva interdisciplinar de sua utilização.

Os SIG são sistemas computacionais, usados para o entendimento dos fatos e fenômenos que ocorrem no espaço geográfico. Permitem integrar em uma só base dados e informações espaciais originadas por várias fontes: mapas, pesquisas, cadastro, imagens de satélite, entre outras, oferecendo mecanismos para manipulação e análise, permitindo realizar consultas recuperar informações, visualizar e imprimir a base de dados georreferenciada (Câmara et al, 2001). Viabilizam a realização de análises espaciais complexas, através de rápida formação e alteração de cenários, propiciando aos administradores em geral, subsídios para o planejamento e tomada de decisões.

Este tipo de sistema tem se desenvolvido e popularizado tanto nas últimas duas décadas em função principalmente do aumento da capacidade dos processadores dos computadores e da redução de custos do *hardware* (Barbuda, 2003) que hoje em dia são aceitos como ferramentas essenciais para a manipulação das informações geográficas (Pina, 1998).

Uma vantagem dos SIG é a possibilidade de manipulação tanto de dados gráficos quanto a de dados não-gráficos de maneira integrada, promovendo análises e consultas com dados espaciais. Segundo Aranoff (1989), um SIG deve fornecer as seguintes possibilidades quanto aos dados: entrada, gerenciamento de dados, manipulação, análise e saída. Os SIG diferem de outro banco de dados qualquer pois toda a informação em um SIG é vinculada a um sistema espacial. Outras bases podem conter essa informação de localização, como por exemplo o endereço de rua ou CEP, mas uma base de dados em SIG usa a referência espacial como o meio primário de armazenar e acessar a informação (Barbuda, 2003).

### 3.3.1. Geomática e SIG na Saúde Pública

Na área da Saúde, a Geomática tem viabilizado estudos sobre: análise da distribuição de pacientes; variações na ocorrência de epidemias; monitoramento de vetores; avaliação em tempo real de situações de emergência ou catastrófica, entre outros (Pina, 1998).

É de extrema importância que as ferramentas e técnicas utilizadas no processamento e tratamento de dados de saúde sejam rápidas e confiáveis e que permitam a análise de séries históricas de dados, tratamento e conversão desses dados em informações para o planejamento das ações de saúde pública (Scholten, 1991).

A saúde e a doença devem ser entendidas como um processo integrante da vida, pois o sentido mais amplo do conceito de enfermidade não se vive absolutamente livre de algum tipo de doença (Castellanos, 1991, apud Costa, 1999, p.272).

A utilização da categoria espaço na saúde, não pode limitar-se a mera localização dos eventos porque o lugar atribui a cada elemento constituinte do espaço um valor particular (Santos, 1988, apud Barcelos & Bastos, 1996, p.392). Portanto, não se pode prescindir da abordagem holística para uma eficaz representação da relação causal entre o bem-estar da população de uma determinada região e os efeitos das insuficiências na saúde de seu povo (Pina, 1998).

As técnicas da Geomática, principalmente o SIG permitem incorporar diversas variáveis como extensão, localização, tempo, características sócio-econômicas, características ambientais nos estudos em saúde (Barcelos & Bastos, 1996). As análises a serem realizadas no âmbito desta abordagem devem, portanto, contemplar dados que expressem ou que forneçam consistência à expressão tanto dos principais indicadores de bem-estar social, no contexto das causas, como dos principais indicadores das consequências sobre a saúde no contexto dos efeitos. Portanto é preciso definir os dados importantes aos dois lados, e seus relacionamentos, de forma a dar consistência à determinação da relação causal (Pina, 1998).

A categoria espaço tem valor intrínseco na análise das relações entre saúde e ambiente e no seu controle. Conhecer a dinâmica espacial permite a caracterização da situação em que ocorrem eventos de saúde. Neste sentido que as técnicas da Geomática oferecem instrumentos de análise de situações concretas das populações em risco, planejamento de ações, alocação de recursos e preparação de ações de emergência (Barcelos & Bastos, 1996).

### 3.3.2. Georreferenciamento de dados de saúde

O setor Saúde, no Brasil é detentor de um extenso acervo de dados, que abrange dados vitais, de morbidade, gerencial e contábil. Esses dados vêm sendo armazenados em diversos Sistemas de Informações em Saúde (SIS): Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM), Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC), Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde (SIH/SUS), Sistema de Informações Ambulatoriais do Sistema Único de Saúde (SIA/SUS), entre outros. Os dados desses sistemas de informações são gerados no nível local e repassados, no sentido ascendente, às demais esferas de governo. É de responsabilidade da gestão municipal, portanto, a captação dos dados e o correto preenchimento dos formulários desses sistemas de informações, inclusive os campos reservados à localização geográfica, como nome de logradouro e bairro de residência e/ou ocorrência (Barcellos et al, 2008).

Diversos trabalhos vêm utilizando esses sistemas para análise e avaliação de riscos à saúde pública. Nestas análises utiliza-se, na maioria dos casos, o município ou o bairro informado, para análise da distribuição espacial dos eventos a serem estudados. Nos municípios mais densamente povoados principalmente nas áreas urbanas, esta escala geográfica já é insuficiente, em função da grande heterogeneidade dos dados. Muitas vezes em um único bairro existem padrões de distribuição bem distintos, sendo necessária à localização dos eventos em áreas menores. Para aumentar a escala da análise, a utilização dos setores censitários vem sendo proposta em diversos trabalhos utilizando como fonte de informação os endereços dos registros dos SIS, georreferenciando-os ao setor censitário (Skaba et al, 2004).

O georreferenciamento de um dado é definido como o processo de associação desse dado a um mapa e pode ser efetuado de três formas básicas: associação a um ponto, a uma linha ou a uma área. O resultado desse processo é a criação de elementos gráficos que podem ser usados para a análise espacial. Para que os dados gerados pelos sistemas de informações em saúde sejam mapeados, os eventos de saúde devem ser georreferenciados em unidades espaciais previamente construídas, como bairros, setores censitários, lotes ou trechos de logradouros (Barcellos et al, 2007). Isso recai em um dos maiores obstáculos à plena utilização de dados de saúde em SIG no Brasil que é a disponibilidade de mapeamentos atualizados em formato digital (Pina et al, 2001).

Quando o georreferenciamento dos dados é feito através do endereço, esbarra-se em outra grande dificuldade: a má qualidade do preenchimento desse campo, quer por erro de



digitação, erros ortográficos, grafias diferentes ou dados incompletos, à falta de mapeamento em escala cadastral e à falta de cadastros de endereços consistentes, principalmente em áreas rurais e de favelas (Pina et al, 2003).

Assim, um dos primeiros passos para o georreferenciamento desses dados é o reconhecimento do estágio atual da cartografia urbana existente nas cidades. Os sistemas de informações em saúde, por sua vez, devem coletar e armazenar dados de endereço compatíveis com essa estrutura de dados cartográficos. Ao longo do processo de georreferenciamento, diversas decisões são tomadas, tais como a escolha de uma unidade espacial de referência, a solução de alguma incoerência ou complementação de endereço incompleto ou, ainda, a aproximação de sua numeração. Essas decisões afetam a disposição final dos eventos sobre a base cartográfica e, por conseguinte, os possíveis resultados da análise espacial desses eventos (Barcellos et al, 2008).

### **3.4. Leptospirose**

Os primeiros casos de Leptospirose em humanos foram relatados em 1886 por Adolf Weil na Alemanha em trabalhadores agrícolas e os sintomas eram: febre, icterícia, hemorragia, insuficiência hepática e renal (Sambasiva, 2003, apud, Gracie, 2008, p.11). No Brasil têm sido registrados casos da doença desde que foram identificadas infecções por *Leptospira Interrogans* em 1917 no Paraná e o primeiro caso de Leptospirose humana, ocorreu na cidade de São Paulo em 1930 (Brod, 2005).

A principal via de transmissão é o contato com a urina de animais infectados, tais como: ratos, caninos, bovinos, eqüinos, suínos, ovinos, caprinos e animais silvestres. Na maioria das vezes este contato é feito de maneira indireta, através do contato com a água ou lama contaminada com urina desses animais.

Esta zoonose possui diferentes padrões de transmissão, sendo mais comum em regiões tropicais, com problemas de saneamento urbano e em regiões agrícolas (Ko et al, 1999, apud Gracie, 2008, p.13). Estes ambientes podem ser endêmicos e quando há elevação na média de precipitação e conseqüentemente inundações, podem gerar períodos de surto (Mc Bride, 2005, apud Gracie, 2008, p.13). Nas áreas urbanas a ocorrência de Leptospirose está associada a condições gerais de saneamento, principalmente ao acúmulo de lixo doméstico em áreas de carência social (Ko et. al, 1999; Barcellos & Sabroza, 2000, apud Gracie, 2008, p. 13).

A transmissão da Leptospirose pode ocorrer em diversos ambientes, podendo-se portanto apontar que o contato com o bioagente patogênico pode ocorrer na própria residência, no local de trabalho, no momento de lazer, e até mesmo no percurso entre estas atividades.

Na construção e reconstrução do espaço geográfico feito por diferentes setores da sociedade e por conseqüência com diferentes objetivos, são deixadas marcas, que podem gerar transtornos para a população que reside atualmente neste espaço. Por exemplo, a Leptospirose é uma bactéria que não é originária do Brasil e, devido às ações humanas, através de viagens e migrações, chegou neste país e aqui encontrou condições ambientais que permitiram a sua permanência e difusão (Chame, 2006).

Estudos apontam diferentes modos de transmissão da Leptospirose. Em países de economia desenvolvida e estrutura social mais consolidada, a transmissão é rara e ocorre em geral através de contato com animais e em função de atividades profissionais, principalmente em ocupação rural. Em países em desenvolvimento e periféricos, a infecção por Leptospirose ocorre, em geral, em áreas com graves problemas de saneamento e ocupação ou em áreas inóspitas como são os casos de favelas (Tassinari et al, 2004). Há também a transmissão ocupacional que representa os profissionais que se contaminam nas suas atividades produtivas como, por exemplo, o médico veterinário e funcionários diretamente envolvidos no cuidado de animais e os trabalhadores de culturas alagadiças, bem como os trabalhadores do serviço de saneamento urbano que trabalham sem equipamento de segurança (Gracie, 2008).

Contudo, em períodos de enchentes, principalmente em áreas urbanas, existem uma maior exposição ao risco de infecção por Leptospirose. As populações mais atingidas são as de nível sócio-econômico mais baixo, que residem em áreas com problemas de saneamento básico e que muitas vezes ocupam áreas com grandes chances de alagamento (Almeida et al, 1994; Barcellos & Sabroza, 2003; Tassinari et al, 2004, apud Gracie, 2008, p.18).

Algumas configurações espaciais, resultantes de combinações de construções do espaço geográfico ao longo do tempo, podem estar interferindo na ocorrência de casos de Leptospirose em áreas vizinhas as áreas estudadas (Barcellos & Sabroza, 2000).

## 4. METODOLOGIA

Este Capítulo se refere à maneira pela qual foi estabelecida a base operacional da presente dissertação. A seguir, são apresentados os passos referentes à metodologia empregada.

### 4.1. Fonte de dados

A seguir constam os subitens referentes à fonte dos dados utilizada nessa investigação.

#### 4.1.1. Base cartográfica

A base cartográfica elaborada no presente estudo foi composta por duas folhas topográficas do Sistema Cartográfico Nacional na escala 1:50000 cedidas pela Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG). As folhas foram disponibilizadas em meio digital tanto no modelo *raster* quanto no modelo vetorial. Esse último se encontrava em formato *dgn*, extensão originária do programa *MicroStation*.

As folhas utilizadas foram: Vila Militar (SF. 23-Z-B-IV-3; encartada com SF. 23-Z-D-I-1; MI – 2745/3 e 2774/1) e Santa Cruz (SF. 23 -Z-A-VI-4 encartada com SF. 23-Z-C-III-2; MI – 2744/4 E 2773/0) as quais foram digitalizadas pela DSG através do processo de digitalização automática utilizando *scanner* de alta resolução e depois vetorizadas no processo semi-automático no programa *MicroStation*. O *MicroStation* é um sistema *CAD* que possibilita a criação, edição e manipulação de mapas digitais.

Das folhas foram retiradas as informações referentes à planimetria relevantes ao estudo, tais como hidrografia, sistema viário e as informações de altimetria necessárias para o estudo. A equidistância das cartas é de 20 metros e o traçado das curvas de nível foi utilizado para a elaboração do modelo digital de terreno (MDT).

#### 4.1.2. Dados de saúde

Os dados de leptospirose foram retirados do Sistema de Informações de Agravos de Notificação. Este sistema é alimentado, principalmente, pela notificação e investigação de casos de doenças e agravos (através da Ficha de Notificação e da Ficha Individual de Investigação) que constam da lista nacional de doenças de notificação compulsória, conforme

a Portaria Nº 33 de 14 de julho de 2005, mas é facultado a estados e municípios incluir outros agravos importantes em sua região.

A ficha de notificação é pré-numerada e individual para cada paciente, é preenchida quando a suspeita de ocorrência de problemas de saúde de notificação compulsória, seja de interesse municipal, estadual ou nacional pelas fontes notificadoras e enviadas para o Setor de Informações Epidemiológicas da Vigilância Epidemiológica para informação, digitação e envio ao nível superior. A ficha de investigação possui a mesma numeração da ficha de notificação e é preenchida de forma distinta para cada agravo. Esta ficha permite obter dados que possibilitam a identificação da fonte de infecção e mecanismos de transmissão da doença. (<http://portal.saude.gov.br/saude>).

O banco de dados de leptospirose refere-se aos anos de 1996 a 1999. O ano de 1996 foi um período epidêmico da doença e os outros três foram períodos endêmicos no Rio de Janeiro. Esse banco continha o campo endereço correspondente ao endereço de residência do paciente e a partir desse campo, os dados foram georreferenciados.

#### 4.1.3. Dados populacionais

O dado sobre número de pessoas residentes na área de estudo foi retirado do Censo Demográfico de 2000 (IBGE, 2000). O dado foi disponibilizado por setor censitário que é uma unidade territorial criada e utilizada pelo IBGE na realização dos censos. É uma área composta por alguns quarteirões ou quadras na qual um único recenseador aplica o questionário em todos os domicílios. Cada setor censitário tem em média 250 domicílios.

## **4.2. Processamento dos dados**

A seguir constam os subitens referentes aos procedimentos utilizados no desenvolvimento do estudo. A Figura 3 mostra o fluxograma das atividades.

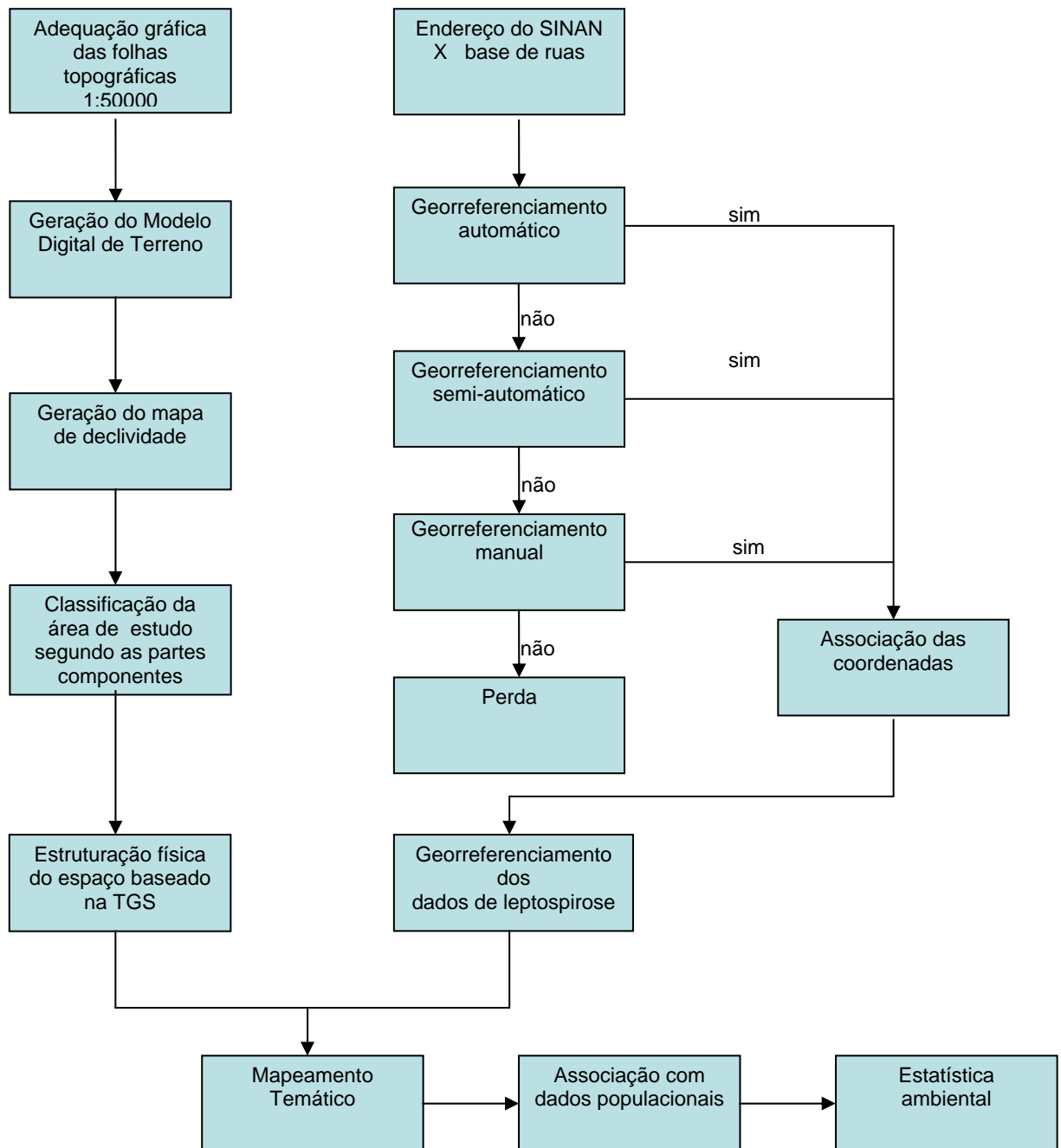


Figura 3: Fluxograma das atividades.

#### 4.2.1. Estruturação Física do Espaço Geográfico baseado na Teoria Geral de Sistemas

Todos os procedimentos para processamento dos dados tanto gráficos quanto tabulares foram realizados no programa ArcGis 9.0. Como já foi mencionado, as bases gráficas foram disponibilizadas em formato *dgn*, formato típico de programa de CAD. Esses arquivos foram

exportados para *shapefile*, formato de trabalho do ArcGis e tiveram que passar por vários processos de edição e adequação para utilização em ambiente de SIG.

O primeiro procedimento foi a seleção dos elementos gráficos que foram utilizados das duas cartas: curvas de nível, hidrografia e sistema viário. Para cada grupo de elementos de cada uma das cartas foi gerado um arquivo *shapefile*. Depois foi feito o procedimento de ligação entre as folhas, que consistiu em unir cada elemento ao seu correspondente da folha vizinha, conforme mostra a Figura 4. Assim foram gerados três níveis (ou camadas) de informações: curvas de nível, hidrografia e sistema viário já com a união dos elementos das duas folhas.

Os elementos de curva de nível disponibilizados nos arquivos digitais vetoriais não possuíam a informação de cota. Portanto teve que ser inserido manualmente a cota de cada curva de nível. Esse procedimento demandou bastante tempo, principalmente porque as curvas de nível não eram formadas por um único elemento gráfico (linha), e sim por vários segmentos de linhas. A informação da cota era imprescindível para a geração do modelo digital de terreno (MDT).

O MDT pode ser definido como a representação digital da variação contínua do relevo no espaço (Burrough, 1986). Nesse estudo foi utilizado o modelo TIN (*Triangulated Irregular Network*). Esse modelo consiste em uma malha de elementos triangulares que modela o relevo gerando uma superfície contínua. No modelo TIN a geração da superfície é realizada diretamente sobre os dados amostrais, ou seja, os vértices dos triângulos são os pontos coletados. No caso desse estudo, os dados amostrais utilizados foram as cotas de cada vértice das linhas que representam uma curva de nível.

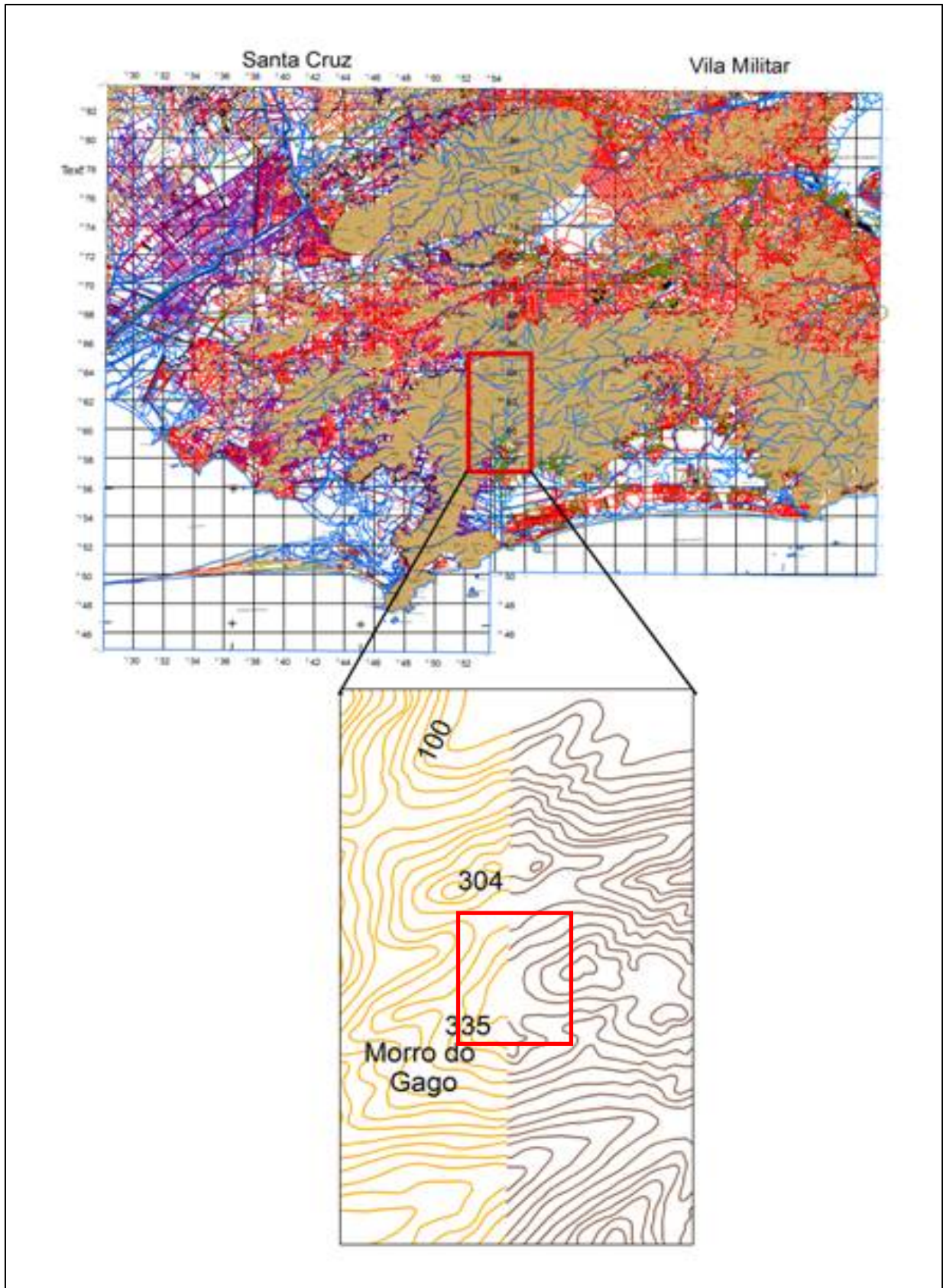
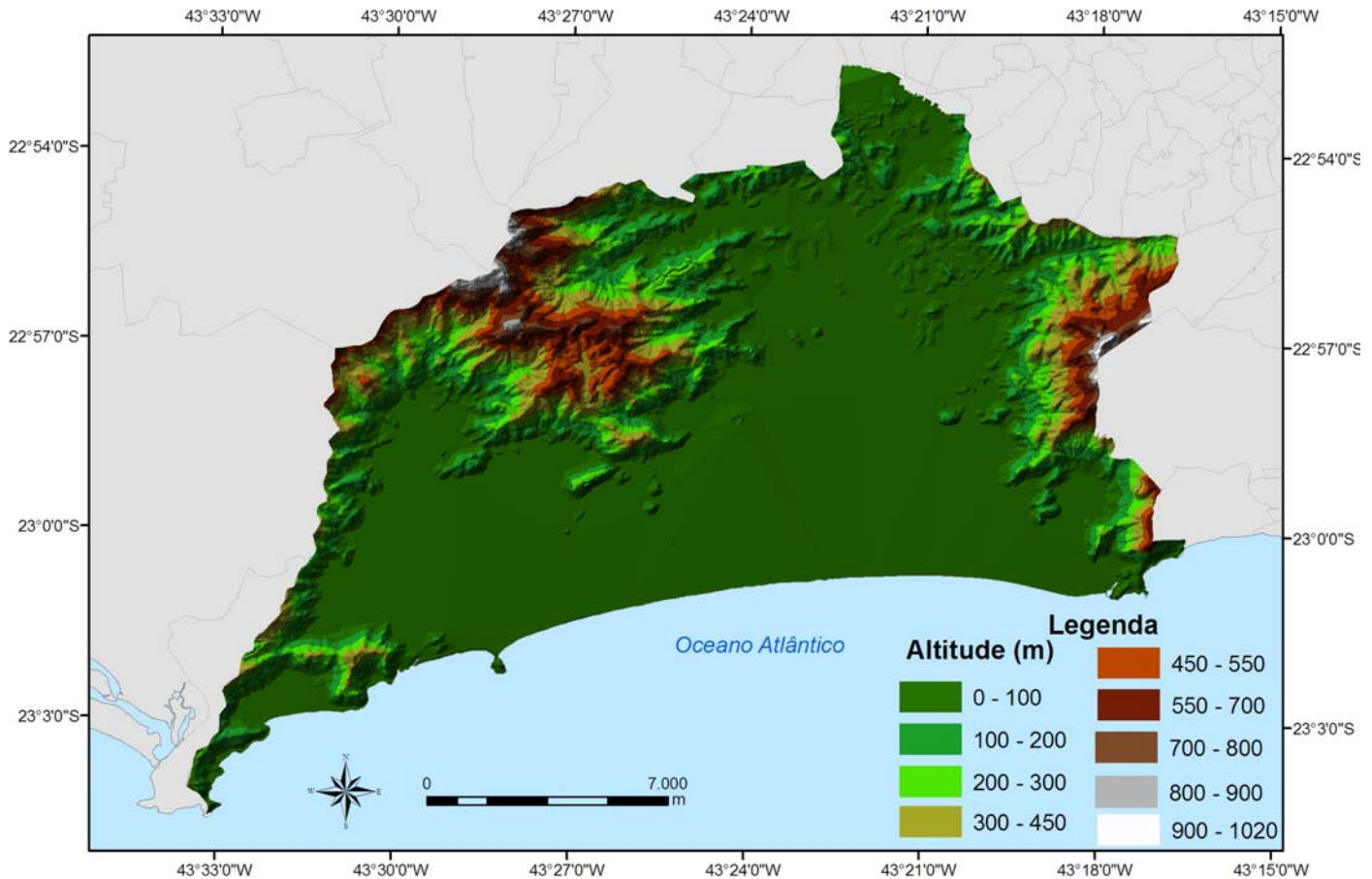


Figura 4: Ligação entre folhas. Detalhe para as curvas de nível.

A geração do MDT foi feita no módulo *ArcScene* do *ArcGis*. A saída desse procedimento foi um arquivo em formato *raster* representado em um mapa 3D, mostrado na figura 5, que originou mais um plano de informação.



*Figura 5: Mapa 3D*

A partir do plano de informação que continha o mapa 3D e com ferramentas disponíveis no módulo *3D Analyst* do *ArcGis*, foi gerado um mapa de declividade originando um plano de informação. Esse mapa, apresentado na Figura 6, também em formato *raster* representa toda a área de estudo fatiada em áreas menores conforme a declividade. A resolução espacial utilizada foi de 10 metros, compatível com a escala original do mapeamento. A declividade foi calculada a partir do ângulo de inclinação e as classes utilizadas foram definidas segundo modelo proposto por Alves Costa (2007). Essas classes foram direcionadas objetivando a definição espacial da estruturação física do espaço geográfico da área de estudo considerando as partes componentes de um sistema ambiental.



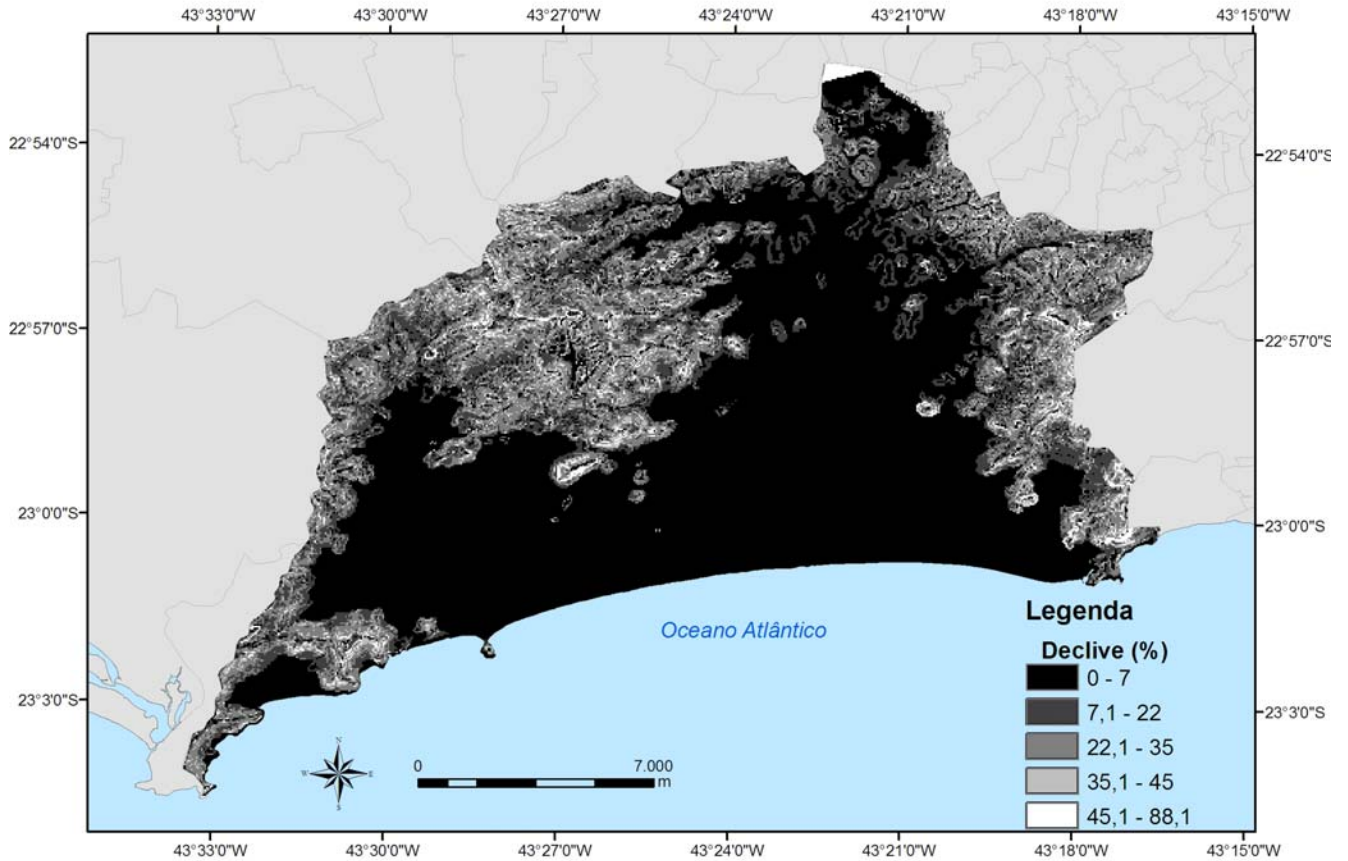
Estas faixas de declive foram as seguintes: 0 a 7° (relevo plano); 7,1 a 22° (declive suave); 22,1 a 35° (declive abrupto); 35,1 a 45° (declive extremamente abrupto); e > 45° (declive íngreme).

Considerando que para cada subsistema as classes de declividade têm função e análise diferentes, foi proposto uma classificação de acordo com os dois sub-sistemas estudados como é apresentado no quadro abaixo.

Quadro 2: Classificação dos sub-sistemas e partes componentes do sistema bacia

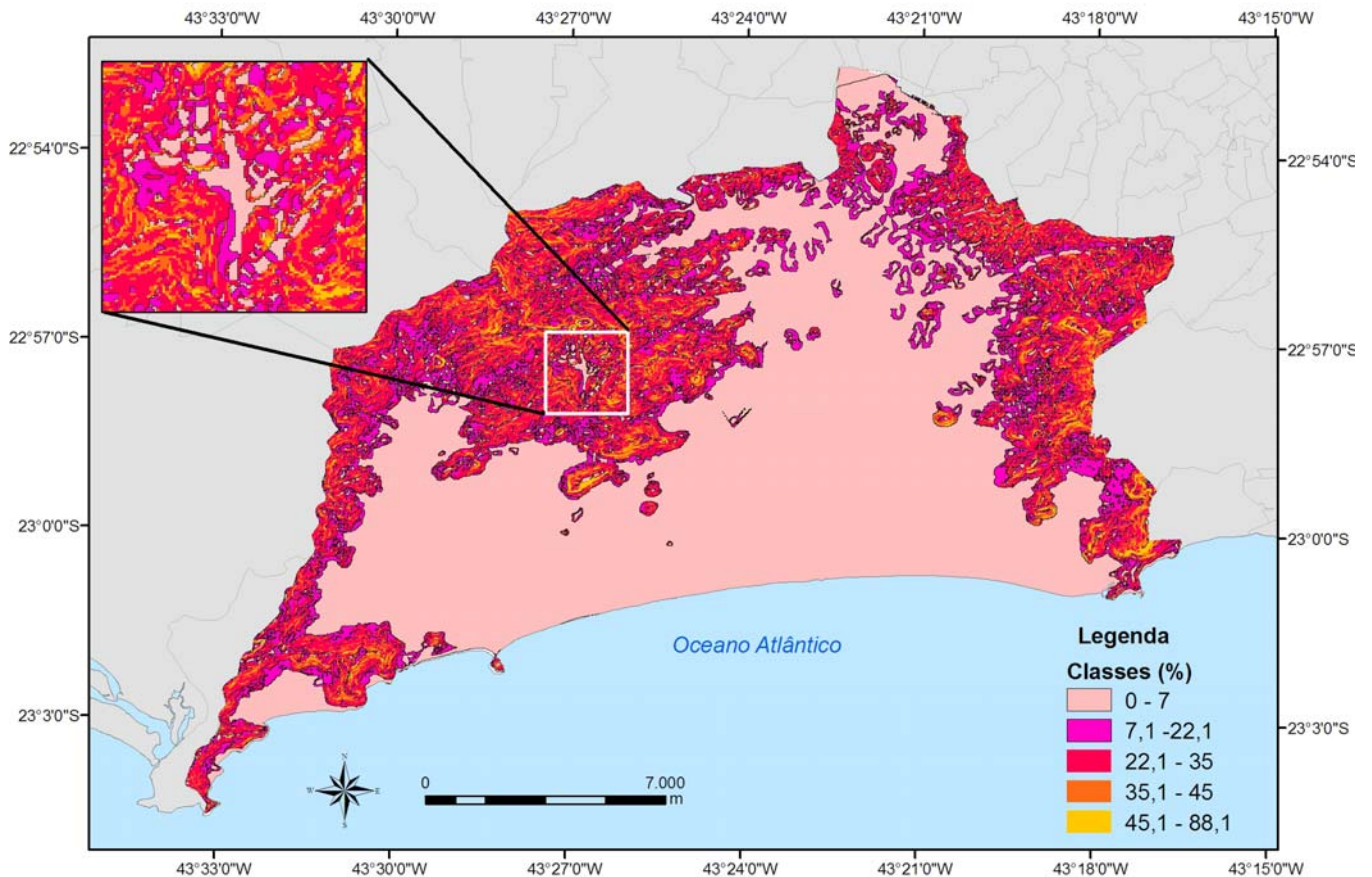
SISTEMA	SUB-SISTEMA	PARTES COMPONENTES	DECLIVIDADE
Bacia	serra	declive íngreme	>45 °
		declive extremamente abrupto	45° - 35,1°
		declive abrupto	35° - 22,1°
		declive suave	22° - 7,1°
		alvéolo intermontano	7° - 0°
		baixo alvéolo	
		fundo do vale	
		topo plano	
	baixada	declive íngreme *	>45 °
		declive extremamente abrupto*	45° - 35,1°
		declive abrupto *	35° - 22,1°
		declive suave *	22° - 7,1°
		alvéolo intermontano*	7° - 0°
		baixo alvéolo *	
topo plano*			
fundo chato			

\* Na baixada, essas partes componentes formam os morros isolados.



*Figura 6: Mapa de declividade em formato raster*

Para que cada polígono do mapa fosse classificado conforme as partes componentes citadas no Quadro 1, o mapa de declividade em formato *raster*, foi vetorizado, isto é transformado em formato vetorial através de processos automáticos no módulo *Spatial Analyst* do *ArcGis*. Assim foi gerado o plano de informação com a estrutura física do espaço geográfico baseado na TGS que é mostrado na Figura 7.

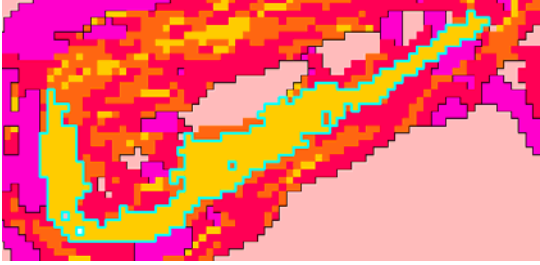
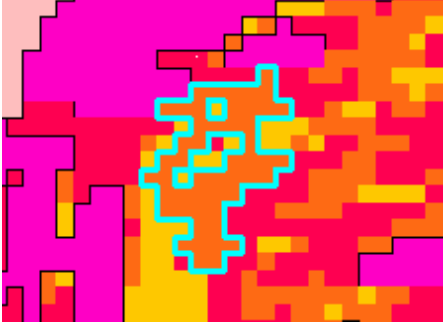
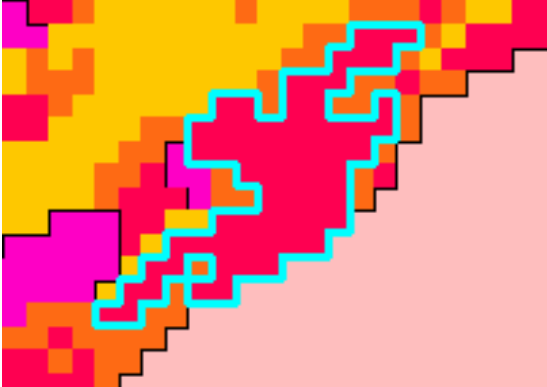


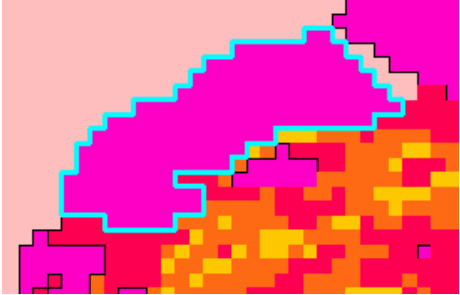
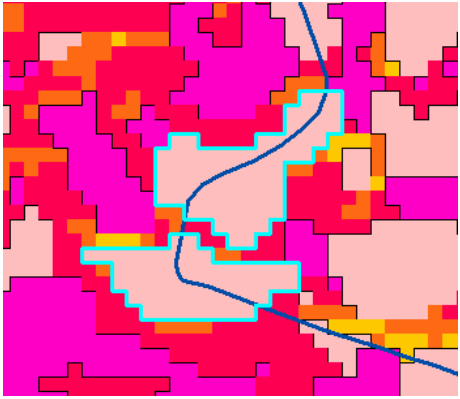
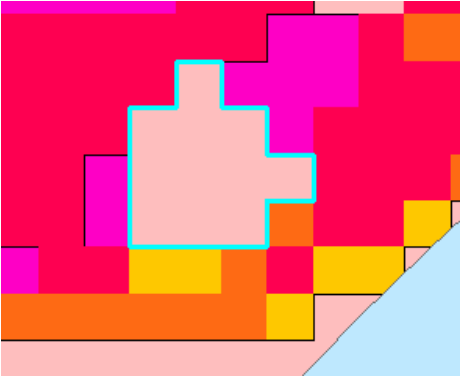
*Figura 7: Mapa em formato vetorial da estruturação física do espaço geográfico*

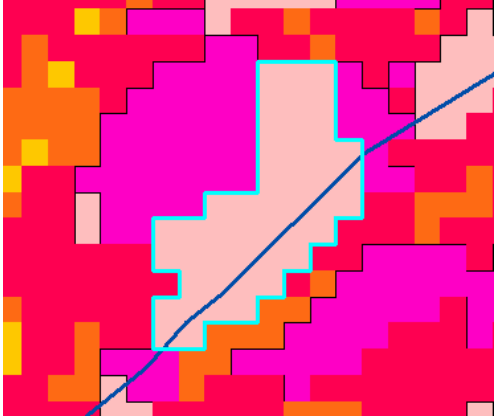
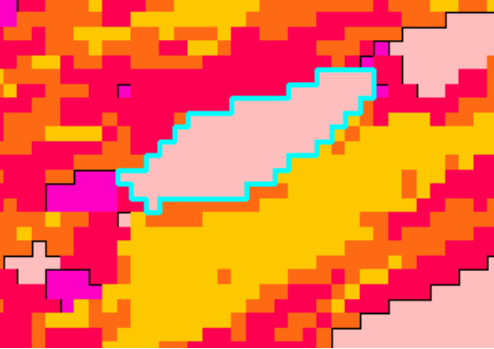
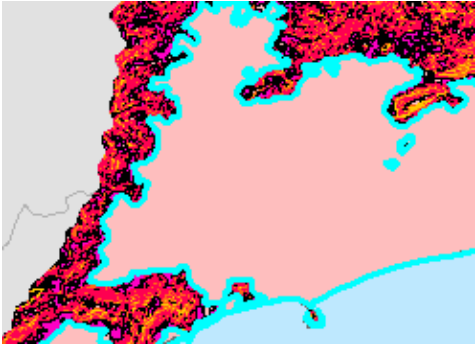
Cada polígono foi classificado de acordo com uma parte componente. Os polígonos que tinham a declividade maior que 7 graus receberam automaticamente, o atributo referente a respectiva parte componente. Já os que tinham declividade menor que 7 graus foram observados um a um e receberam o atributo referente a parte componente depois de avaliada sua posição em relação aos seus vizinhos. Essa foi uma etapa exaustiva onde foram gerados 3580 polígonos de forma indutiva.

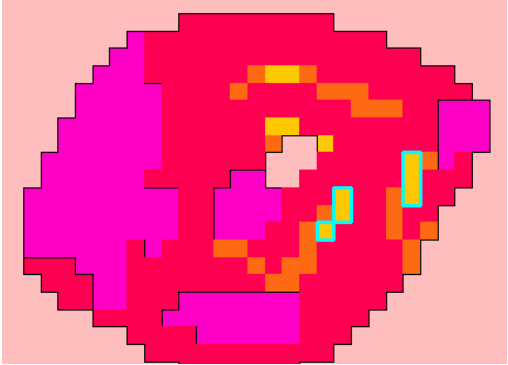
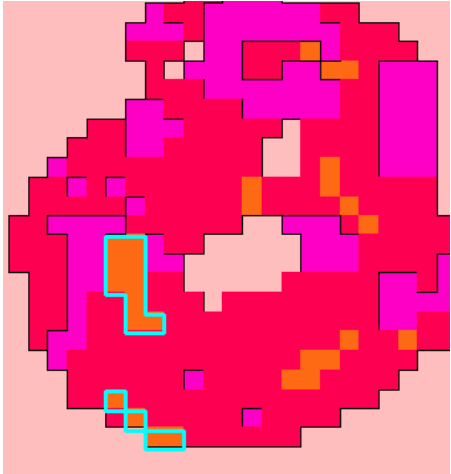
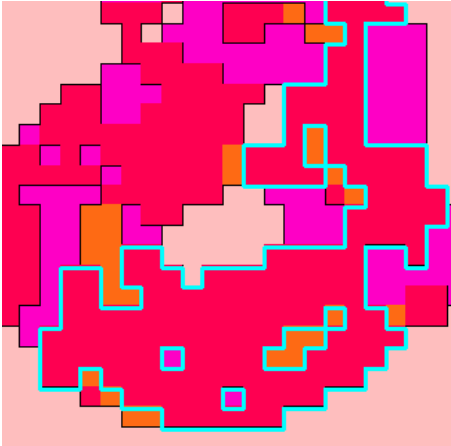
O Quadro 3, adaptado de Alves Costa (2007), apresenta a chave de interpretação para subsidiar a identificação das partes componentes dos subsistemas serra e baixada.

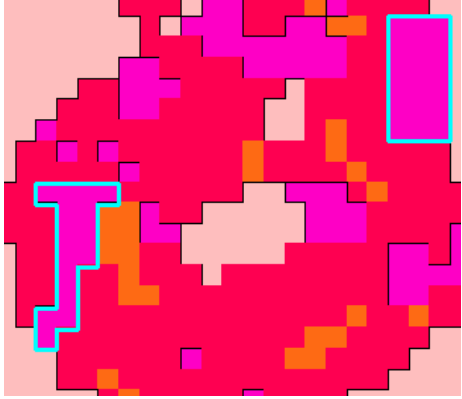
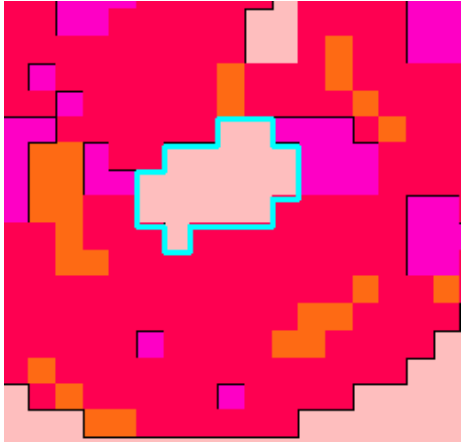
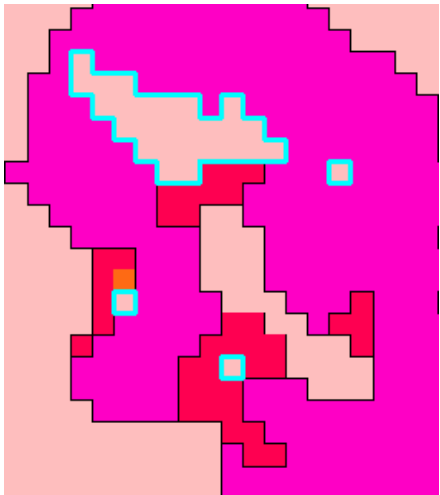
Quadro 3 – Chave de interpretação das partes componentes (adaptado de Alves Costa, 2007)

Sistema	Sub-sistema	Parte componente	Chave de interpretação
Bacia	Serra	declive íngreme	<p>Área com declividade variando de 45° a 90°.</p> 
		declive extremamente abrupto	<p>Área com declividade variando de 35° a 45°.</p> 
		declive abrupto	<p>Área com declividade variando de 22° a 35°.</p> 

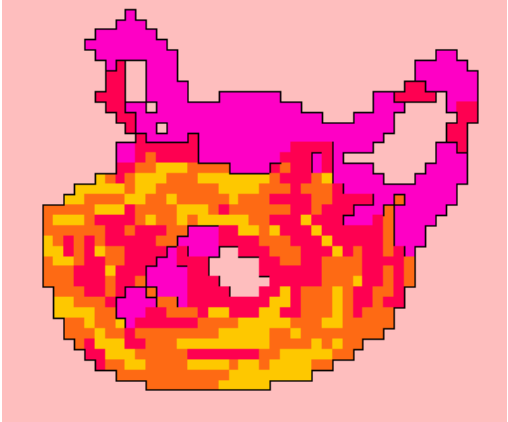
		declive suave	<p>Área com declividade variando de 7° a 22°.</p> 
		alvéolo intermontano	<p>Área plana com formato oval ou tendendo a uma área quadrada, circundada por morros e cortada transversalmente por canais fluviais.</p> 
		baixo alvéolo	<p>Área Plana contendo declives nas laterais e fundo, sendo que, na frente, descortina-se um mirante por não haver morro.</p> 

		fundo do vale	<p>Área plana de formato aproximadamente retangular, cujo canal fluvial principal corta longitudinalmente a área plana.</p> 
		topo plano	<p>Área plana localizada no topo do morro ou na serra.</p> 
baixada		fundo chato	<p>Área da baixada com declividade inferior a 7°.</p> 

		declive íngreme	<p>Área com declividade variando de 45° a 90°, localizada no morro isolado.</p> 
		declive extremamente abrupto	<p>Área com declividade variando de 35° a 45°, localizada no morro isolado.</p> 
		declive abrupto	<p>Área com declividade variando de 22° a 35°, localizada no morro isolado.</p> 

		declive suave	<p>Área com declividade variando de 7° a 22°, localizada no morro isolado.</p> 
		alvéolo intermontano	<p>Área plana com formato oval ou tendendo a uma área quadrada.</p> 
		baixo alvéolo	<p>Área plana contendo declives nas laterais e fundo, sendo que, na frente, descortina-se um mirante por não haver morro.</p> 



		morro isolado	<p>Área formada por grandes altitudes localizadas no meio da baixada</p> 
--	--	---------------	---

Fonte: Adaptado de Alves Costa, 2007

A seguir são mostradas algumas fotografias da área estudada.



*Fotografia 1: Foto aérea da Baixada de Jacarepaguá (Fonte: [www.serla.rj.gov.br/obras/obra\\_jpa.asp](http://www.serla.rj.gov.br/obras/obra_jpa.asp))*



*Fotografia 2: Visão holística da baixada de Jacarepaguá*



*Fotografia 3: Detalhe para o declive abrupto e declive suave*



*Fotografia 4: Maciço da Tijuca com a Pedra da Gávea em destaque. Detalhe para moradia irregular em uma encosta de declive suave.*



*Fotografia 5: Rio Encaixado que corta um alvéolo intermontano*

#### 4.2.2. Georreferenciamento dos dados de saúde

O georreferenciamento dos casos de leptospirose foi feito usando a ferramenta de *Geocoding* do *ArcGis*. Para realizar esse procedimento era necessário um banco de dados com o campo endereço e uma base de ruas adequada para trabalho em ambiente de SIG onde as ruas deveriam estar representadas pelas suas respectivas “*center lines*” com o intervalo da numeração das portas das casas em cada interseção de linha.

O banco de dados com os casos de leptospirose, conforme já mencionado anteriormente, possuía o campo endereço e foi utilizada a base de ruas na escala 1:2000 cedida pelo Laboratório de Geoprocessamento da Fundação Oswaldo Cruz.

O procedimento de georreferenciamento basicamente consistiu em procurar o endereço de cada evento nos endereços contidos na base de ruas. Um novo arquivo (*shape*) foi gerado com um ponto (par de coordenadas) para cada endereço encontrado. O processo se deu em três etapas: o automático, o semi-automático e o manual. O primeiro foi realizado pelo programa de maneira totalmente automática. Os endereços não encontrados foram apresentados ao usuário que pôde fazer o georreferenciamento semi-automático, ou seja, intervindo nos casos em que tinha possibilidade. Esse modo foi bastante eficaz nos endereços que por algum motivo apareceram escritos errados, por exemplo, Rua Luís no lugar de Rua Luiz, ou ainda Rua Brasil no lugar de Avenida Brasil e nos casos onde não existia a numeração mencionada. Nos dois casos o programa ofereceu alternativas que foram aceitas ou não de acordo com o caso específico.

Depois disso, ainda foi feito o georreferenciamento manual que consistiu em selecionar todos os endereços não encontrados nas duas etapas anteriormente descritas e através do guia de ruas, listas telefônicas, mapas, sites, entre outros, procurar cada um deles e se achado, inserido na *shape* de pontos através do par de coordenadas. Esse procedimento foi necessário para minimizar ao máximo a perda de registros, uma vez que os esforços se concentram sempre em encontrar o maior número de endereços possíveis, pois experiências anteriores mostraram que a perda é maior em áreas de favelas pela dificuldade de se definir endereços legais. A grande maioria dos endereços dessas áreas não consta nas bases de ruas nem nos cadastros de logradouros oficiais dos municípios.

Assim foi gerado mais um plano de informação contendo os registros georreferenciados dos casos de leptospirose.

#### 4.2.2 - Mapeamento temático (estrutura física + dados saúde)

O plano de informação da estruturação física do espaço foi integrado ao dos casos de leptospirose, e assim foi possível analisar a existência de correlação, em termos espaciais, entre as partes componentes representadas pela estruturação física do espaço e a ocorrência da doença.

#### 4.2.3 - Estatística ambiental ( % de ocorrência da saúde nas partes componentes)

Após a estruturação de todos os planos de informação foram feitos procedimentos estatísticos para definição da ocorrência de leptospirose nas respectivas partes componentes representadas pela estruturação física do espaço.

Desta forma, optou-se por fazer o cálculo do somatório de casos de leptospirose por cada tipo de parte componente e depois relacionar com a porcentagem da área que essas partes componentes representam na área total de estudo. Esses cálculos foram feitos através de procedimentos disponibilizados no *ArcGis*.

#### 4.2.4. Associação com dados populacionais

A seguir foi gerado um mapa com os dados populacionais para viabilizar a análise integrada dos dados da população possivelmente acometida pelo agravo dependendo da localização geográfica em função da parte componente em que se encontra.

Como foi mencionada anteriormente, os dados sobre o número de moradores foram disponibilizados por setor censitário. A geração de um mapa temático por setor não permitiria uma análise detalhada, por isso o mapa de população foi gerado utilizando o modelo do estimador *Kernel*. O Estimador Kernel é uma técnica simples para analisar o comportamento de padrões de pontos e de fácil interpretação. Estima-se a intensidade pontual do processo em toda a região do estudo, isto é, compõem uma superfície cujo valor será proporcional à intensidade de amostras por unidade de área. De maneira prática, essa função faz uma contagem dos pontos dentro de uma área de influência, ponderando-os pela distância de cada um à localização de interesse.

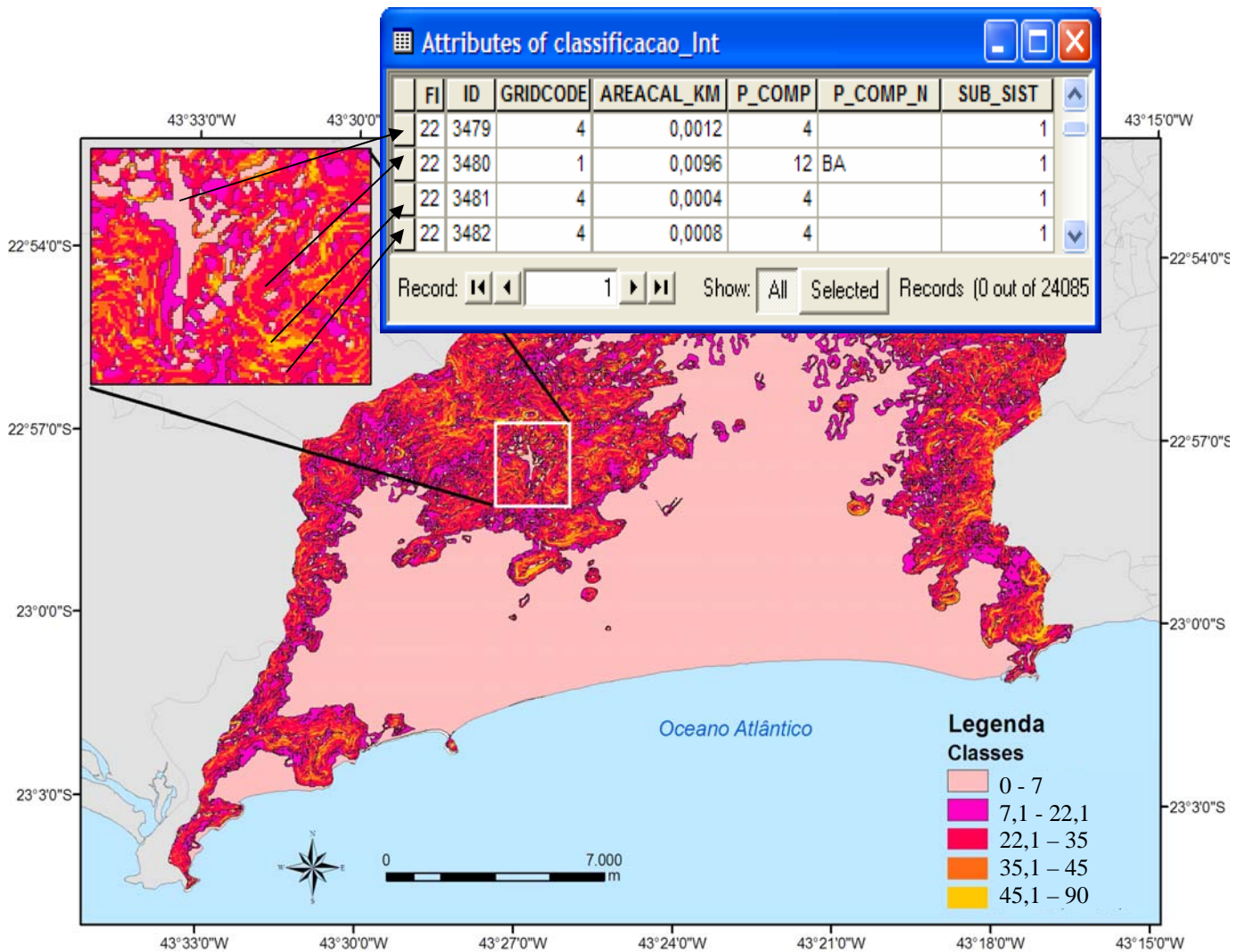
## **5. RESULTADOS**

A seguir são apresentados os resultados obtidos com base na metodologia desenvolvida e dos objetivos do estudo.

### **5.1. Quanto à estruturação física do espaço geográfico**

Com o desenvolvimento desse estudo mostrou-se o grande potencial que as ferramentas da Geomática, principalmente o SIG, têm na sua utilização em estudos que tenham uma abordagem ambiental. A capacidade de integrar dados de diversas fontes, formatos, escalas e sistemas de projeção, bem como organizar e manipular um extraordinário volume de dados que permitem, de forma otimizada, o cruzamento de vários níveis de informação criando outros a partir da síntese dos dados associados a interesses específicos demonstrando um moderno e eficiente suporte para as análises ambientais.

Aqui, a utilização da ferramenta de SIG viabilizou a elaboração do MDT que permitiu a geração do mapa da estruturação física do espaço geográfico e contribuiu para que a caracterização das partes componentes fosse estabelecida de maneira sistemática. A Figura 8 mostra o mapa da estruturação física do espaço geográfico e as partes componentes classificadas.



*Figura 8: Mapa da estruturação física do espaço geográfico com detalhe para a carga no banco de dados das partes componentes*

Como mencionado anteriormente, os polígonos que tinham declividade entre 0 e 7 graus (classe 1 na Figura 8) tiveram seu atributo referente a parte componente inserido individualmente após serem observados em relação aos vizinhos. De um total de 24075 polígonos, 3580 pertenciam a essa classe.

A partir desse mapa foi possível calcular a área de cada polígono e assim ter a representatividade de cada parte componente em cada subsistema na área total de estudo. Abaixo se apresenta a tabela 1 contendo a soma das áreas por tipo de parte componente e sua representatividade em porcentagem da área total de estudo.

Tabela 1: Soma das áreas das Partes Componentes

SUS-SISTEMA	PARTE COMPONENTE	CÓDIGO	QUANTIDADE	SOMA ÁREAS (KM <sup>2</sup> )	% DA ÁREA
SERRA 44,4%	Declive íngreme	5	4256	5,0936	1,72
	Declive abrupto	3	3827	55,8645	18,89
	Declive extremamente abrupto	4	8136	16,8958	5,71
	Declive suave	2	3699	41,3751	13,99
	Alvéolo intermontano	11	2969	8,4828	2,87
	Baixo alvéolo	12	51	0,2942	0,10
	Fundo do vale	,13	252	1,7572	0,59
	Topo plano	14	240	1,5550	0,53
BAIXADA 55,6%	Declive íngreme	10	69	0,1020	0,03
	Declive extremamente abrupto	9	141	0,2492	0,08
	Declive abrupto	8	210	1,0748	0,36
	Declive suave	7	162	3,8520	1,30
	Alvéolo intermontano	61	26	0,1416	0,05
	Baixo alvéolo	62	15	0,0544	0,02
	Topo plano	64	31	0,5960	0,20
	Fundo chato	65	1	158,2743	53,54

Pela tabela pode-se deprender que a maior parte da área de estudo correspondente ao subsistema Baixada é constituída por áreas planas caracterizada ambientalmente como sendo o Fundo Chato da Baixada de Jacarepaguá com cerca de 54%. As outras componentes espaciais se encontram constringidas aos Morros isolados (cor verde na tabela), correspondendo a 2.04% demonstrando, assim, um baixo percentual em toda as partes que caracterizam os Morros Isolados existentes no interior da Baixada de Jacarepaguá. No subsistema Serra as áreas de Declives (cor vinho na tabela) correspondem a 40,31% estando os maiores percentuais associados aos Declives abruptos (18,89%) e suaves (13,99%). Ainda no subsistema Serra constam as partes componentes que apresentam uma estrutura plana (cor rosa na tabela) e que corresponde a 5.29%, logo com um baixo percentual de ocorrência.



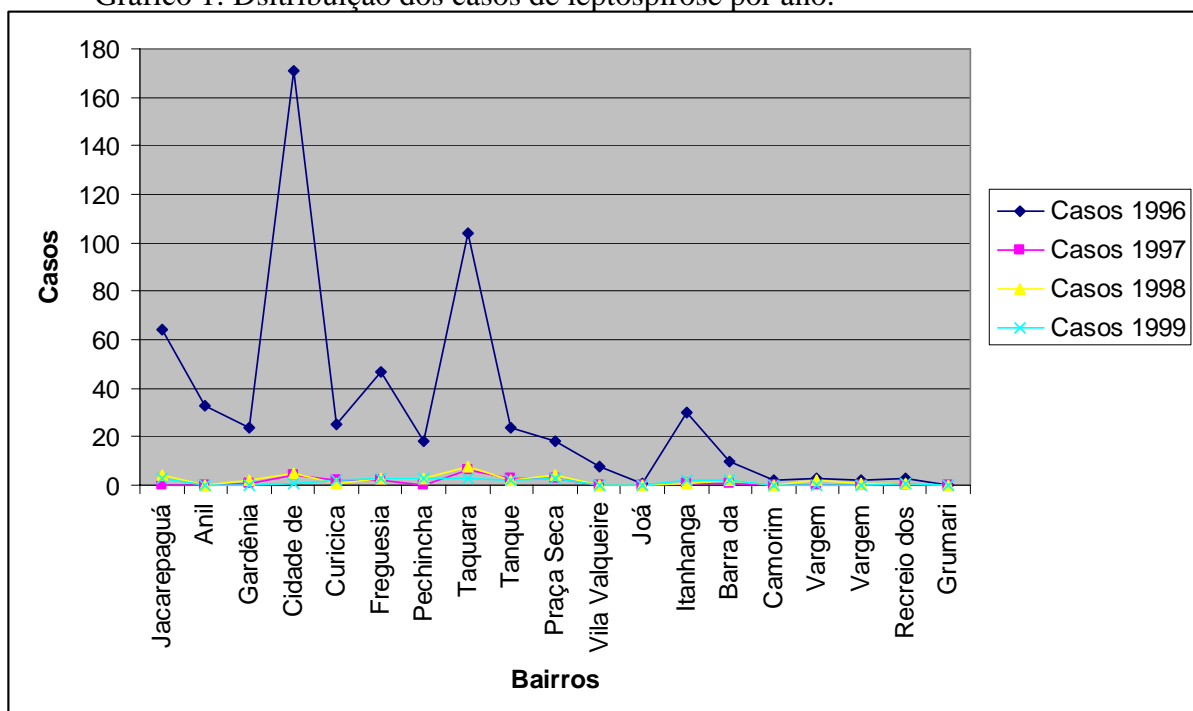
## 5.2. Quanto à identificação de locais de ocorrência de doenças

A tentativa exaustiva de minimizar as perdas de informação rendeu uma eficiência no processo de georreferenciamento empregado no presente trabalho. Experiências anteriores mostram que uma perda de 10% é um resultado bastante satisfatório no processo de georreferenciamento de dados de saúde. Essa etapa é bastante importante, pois a perda dessas informações pode acarretar um desvio nos resultados do estudo, uma vez que os eventos ocorridos na população residente nessas áreas não são visualizados, podendo parecer menos afetada que o resto da população.

O banco de dados de leptospirose possuía um total de 1729 registros para o município do Rio de Janeiro, destes quase 32% (551) ocorreram nas três regiões administrativas estudadas: Jacarepaguá, Barra da Tijuca e Cidade de Deus. No processo automático foram encontrados 243, no processo semi-automático foram georreferenciados mais 162 e processo manual ainda acrescentou mais 100 casos. Uma perda de apenas 8 % dos casos foi considerada suficiente para o desenvolvimento do estudo.

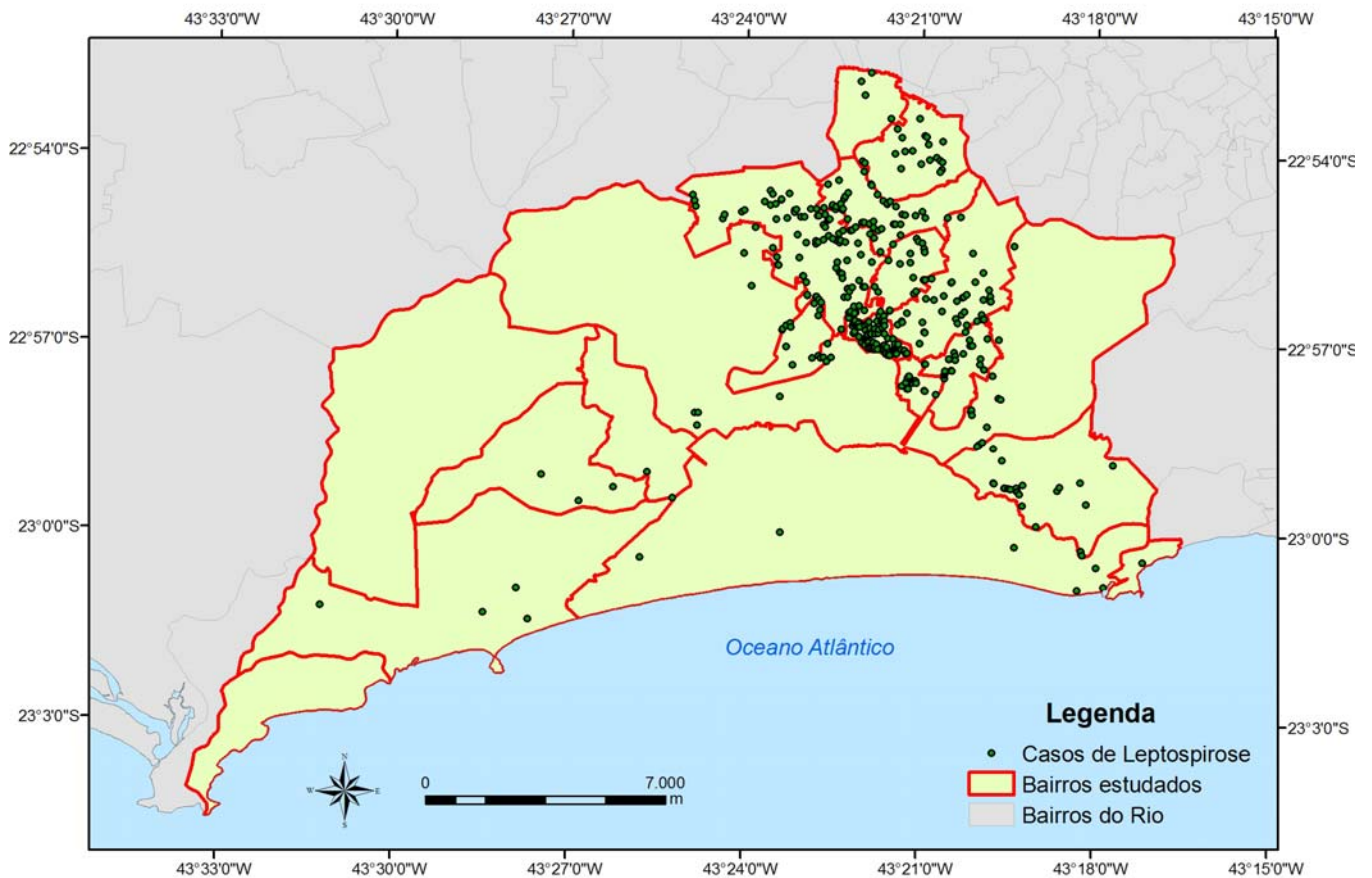
Como se pode observar no Gráfico 1, o maior número de casos de leptospirose ocorreu no ano de 1996. Isso pode ser associado a grande quantidade de chuva ocorrida nos meses do verão no município do Rio de Janeiro que atingiu, principalmente a região da bacia de Jacarepaguá. Mas o presente estudo não vai abordar essa questão em separado, portanto os dados de todos os anos foram analisados juntamente.

Gráfico 1: Dsistribuição dos casos de leptospirose por ano.



O resultado desse processo foi a geração de um plano de informação com os casos de leptospirose georreferenciados pelo par de coordenadas. A figura 9 mostra o mapa com os casos georreferenciados por bairro. Os dados foram agrupados para os quatro anos de estudo, pois o que estava em análise era a associação com a parte componente local não se fazendo necessário à divisão pelos períodos endêmico e epidêmico ou por anos.

Nota-se nesse mapa um aglomerado de casos na Cidade de Deus, bairro bastante carente, com muitos problemas de saneamento, enchentes e coleta de lixo que se encontra totalmente inserido na parte componente da baixada.

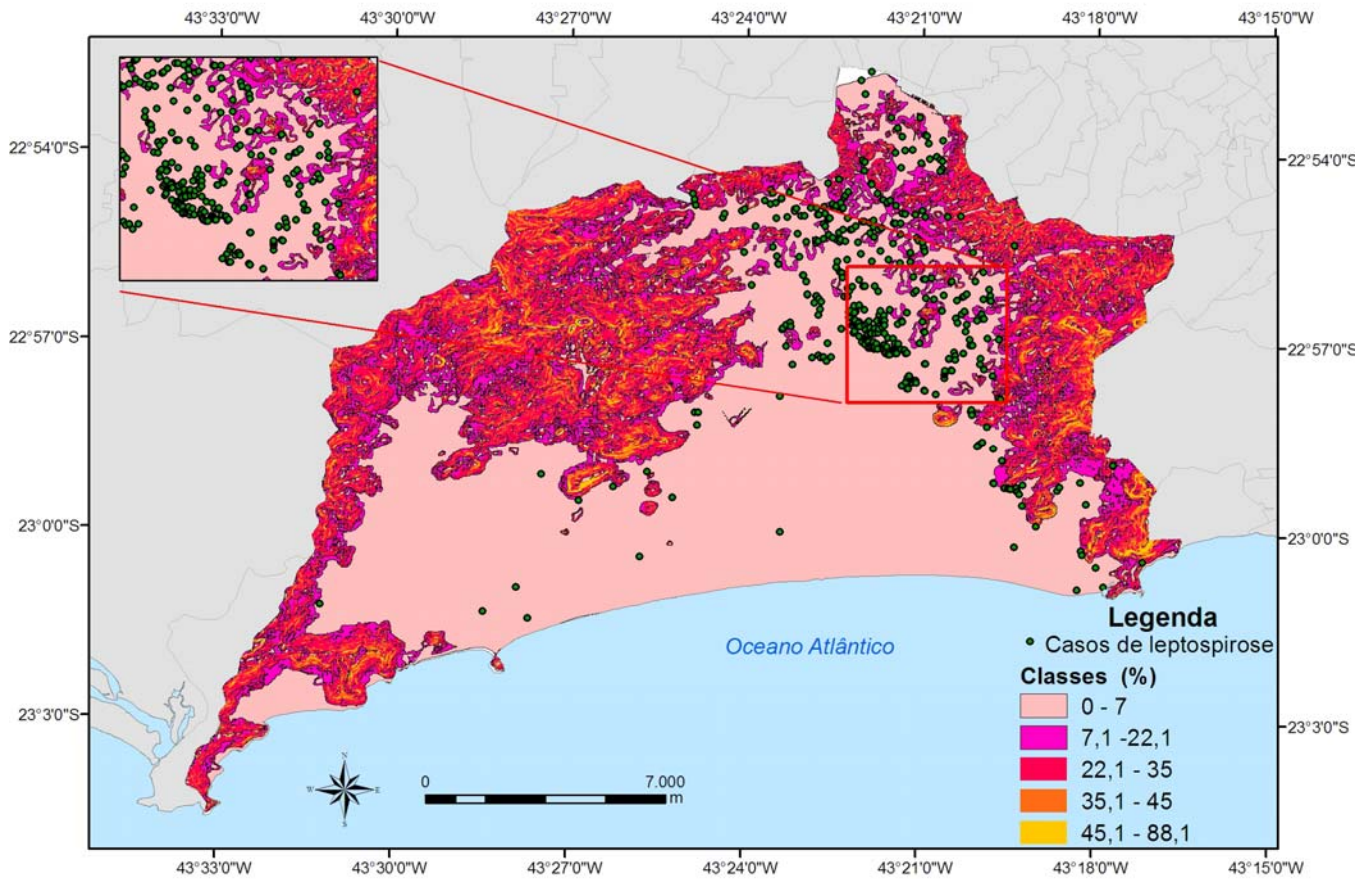


*Figura 9: Mapa com os casos de leptospirose por bairro*

### **5.3. Quanto a avaliação da consistência das correlações entre os dados de saúde em cada parte componente**

A integração dos planos de informação da estruturação física do espaço com o dos casos da doença gerou um mapa síntese, apresentado na Figura 10, o que permitiu calcular a

porcentagem ocupadas por cada parte componente e o número de ocorrência da doença por cada parte componente. A Tabela 2 mostra esse resultado.



*Figura 10: Mapa com os casos de leptospirose por partes componentes*

Esse mapa serviu de alicerce para o estabelecimento da estatística ambiental que forneceram os dados comprobatórios para a caracterização das partes componentes dos sub-sistemas.

Tabela 2: Casos de leptospirose por partes componentes com as respectivas porcentagens

SUS-SISTEMA	PARTE COMPONENTE	% DA ÁREA	QUANTIDADE DE CASOS	% DOS CASOS
Serra	Declive íngreme	1,72	0	0
	Declive extremamente abrupto	5,71	0	0
	Declive abrupto	18,89	4	0,79
	Declive suave	13,99	14	2,78
	Alvéolo intermontano	2,87	5	0,99
	Baixo alvéolo	0,10	0	0
	Fundo do vale	0,59	1	0,20
	Topo plano	0,53	0	0
Baixada	Declive íngreme	0,03	0	0
	Declive extremamente abrupto	0,08	0	0
	Declive abrupto	0,36	0	0
	Declive suave	1,30	21	4,17
	Alvéolo intermontano	0,05	0	0
	Baixo alvéolo	0,02	0	0
	Topo plano	0,20	0	0
	Fundo chato	53,54	459	91,07

Pela análise da tabela se nota que mais de 90% dos casos se encontram na parte componente Fundo Chato que representa 54% da área total da Baixada de Jacarepaguá.

Cerca de 4% dos casos encontram-nos Morros Isolados existentes na baixada, correspondentes à parte componente Declive Suave.

Também no Subsistema Serra existe uma concentração de população que apresenta a doença de leptospirose associada às partes componentes denominadas de Declives Suaves (2,78% dos casos) e nos Declives Abruptos (0,79%), percentuais esses que demonstram ambientalmente uma ocupação desordenada, pois ocupam áreas com declividades acentuadas contrapondo-se, com apenas cerca de 1% de ocorrência, em áreas de Alvéolos Intermontanos, ambientes esses que ambientalmente não se configura como áreas de débito ambiental. A presença de 0,20% dos casos que ocorrem na componente serrana, denominada Fundo do Vale, demonstra uma ocupação coerente com aquelas que ocupam áreas de várzeas, circundantes a canais fluviais.

Para avaliar a viabilidade de integração dos resultados encontrados, dois mapas foram elaborados baseados no estudo de Gracie (2008) realizado no Laboratório de Geoprocessamento da Fundação Oswaldo Cruz: um com a taxa de incidência da ocorrência da doença por bairro e outro por setor censitário. O ano de 1996 foi separado para mostrar a diferença do período epidêmico dos períodos endêmicos. O estudo de Gracie (2008) tratou da correlação da ocorrência da doença com determinados indicadores socio-econômicos e ambientais. A Figura 11 apresenta os mapas da taxa de incidência de leptospirose nos bairros da área estudada para o período epidêmico e endêmico. Nota-se que apenas um bairro (Camorim) não apresentou taxa de média para alta. Especificamente na RA de Jacarepaguá quase todos os bairros apresentam altas taxas. E a RA Cidade de Deus também apresenta alta taxa. Já no período endêmico o mapa apresenta menores taxas de incidência de uma maneira geral, com os bairros de Itanhangá, Vargem Pequena, Curicica, Tanque e Cidade de Deus com as taxas mais elevadas.

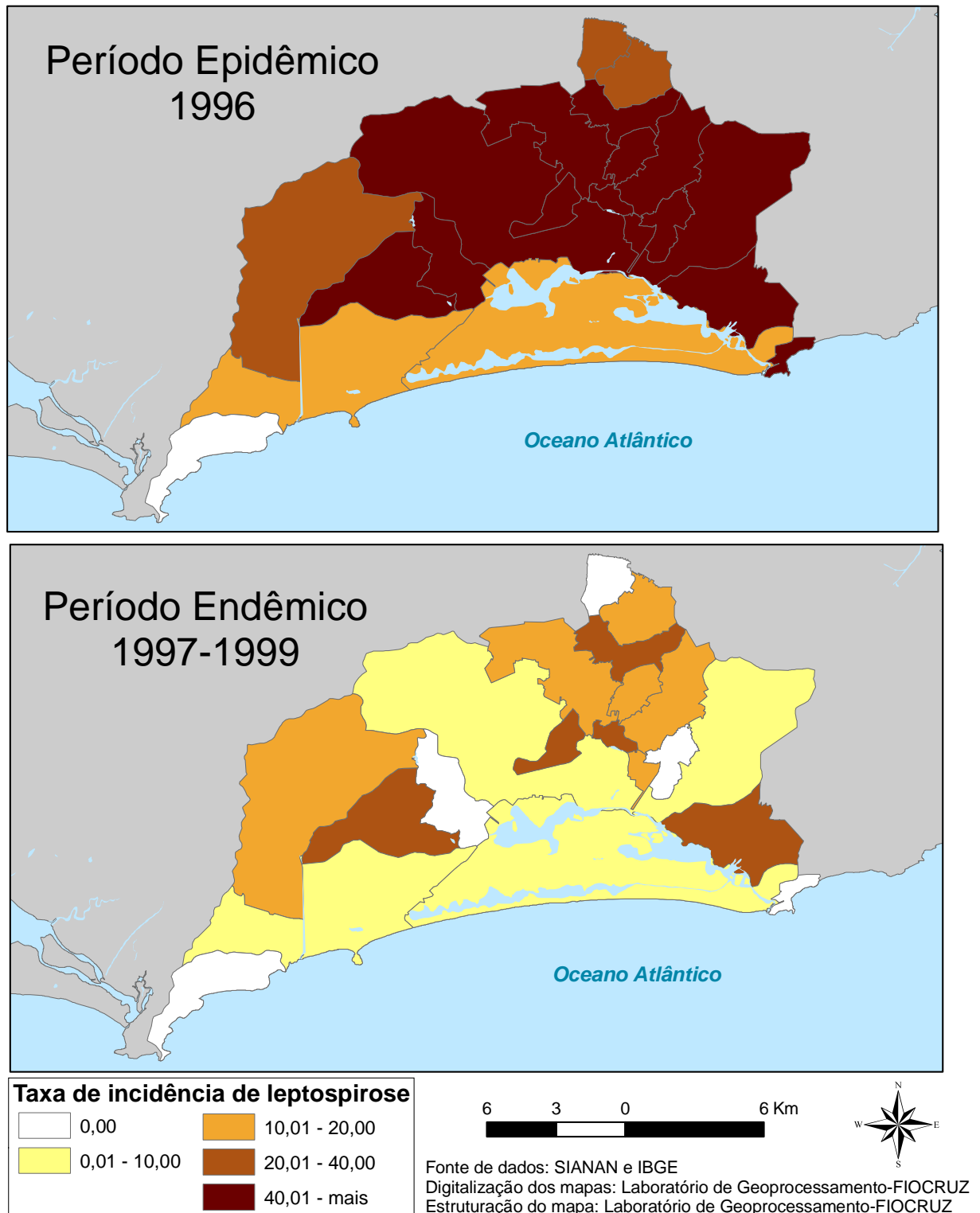
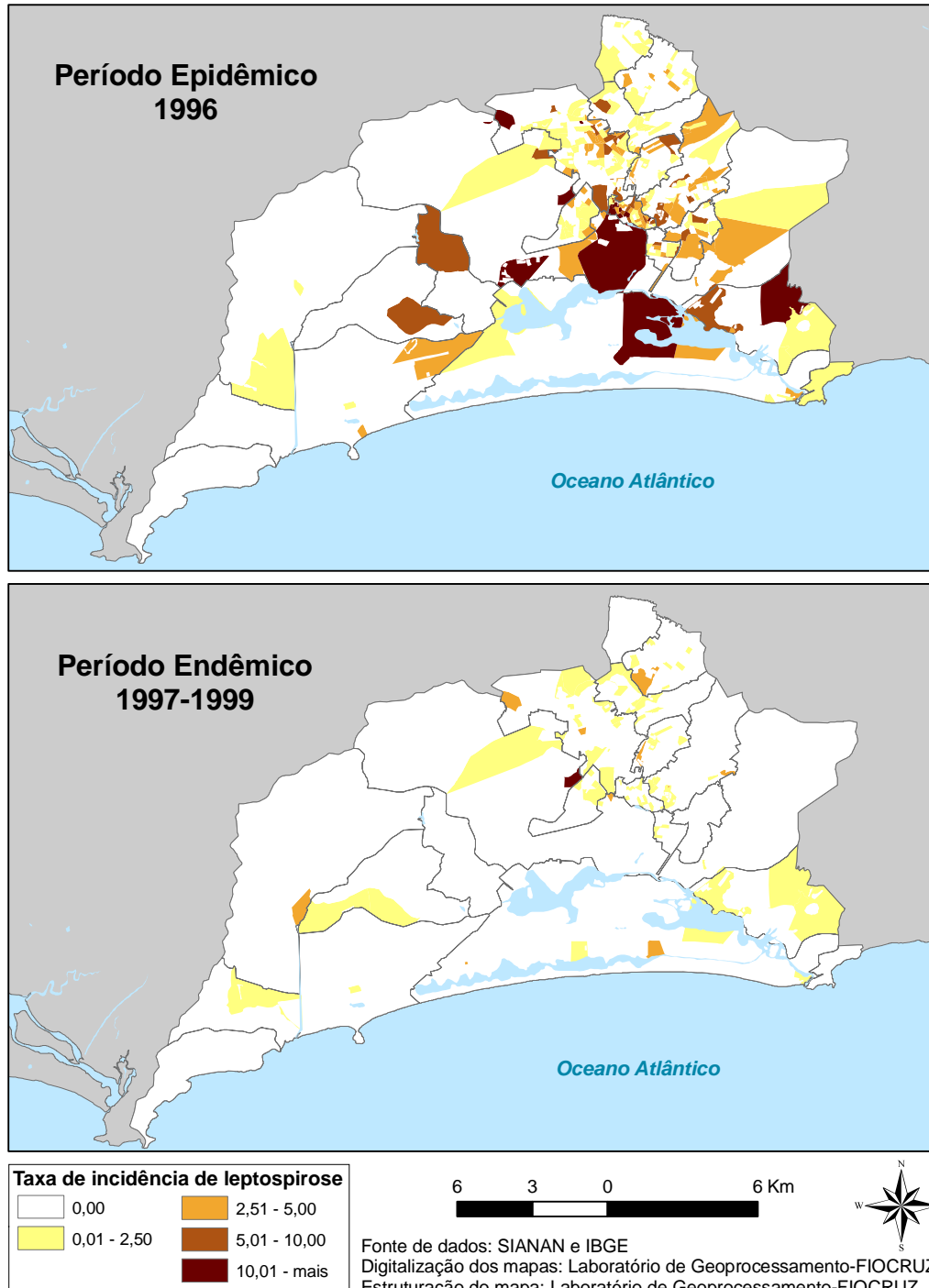


Figura 11: Mapas com taxas de leptospirose por bairro nos períodos endêmico e Epidêmico (Fonte: Gracie, 2008 - Laboratório de Geoprocessamento da Fundação Oswaldo Cruz).

Os mapas de taxas de incidência por setor censitário, mostrado na Figura 12 não apresentaram uma tendência clara, mas um padrão de distribuição difuso, apesar de apontar para a Cidade de Deus com uma alta taxa e outras quatro manchas de alta incidência. No período endêmico, o mapa aparece bastante claro com apenas uma mancha de alta taxa de incidência.



*Figura 12: Mapas com taxas de leptospirose por setor censitário nos períodos endêmico e epidêmico. (Fonte: Gracie, 2008 - Laboratório de Geoprocessamento da Fundação Oswaldo Cruz).*

Pode-se notar que uma integração desses mapas mostrados anteriormente com o mapa síntese de leptospirose por partes componentes não daria um resultado com o nível de detalhe esperado nesse estudo. Muitos são os estudos que tratam os problemas de saúde e ambiente com associações a dados socio-econômicos e populacionais. Este trabalho teve ponto de partida a necessidade de se estudar a associação entre a doença e o espaço geográfico com uma abordagem mais geomorfológica. Conhecer a geomorfologia do ambiente ajuda a entender o processo de ocupação humana e conseqüentemente suas implicações no processo de disseminação das doenças.

É esperado que exista uma dependência espacial entre população e a ocorrência da doença, por isso foram utilizados os dados populacionais do Censo Demográfico 2000 para localizar os pontos de maior concentração de pessoas. Como os dados foram disponibilizados por setor censitário e a população não se distribui homogeneamente em todo o polígono, foi gerado um mapa de *kernel* com os dados populacionais mostrado na Figura 13. Com a integração desse mapa com o mapa síntese é possível refinar a análise espacial e ter uma melhor estimativa da população acometida no caso de chuvas muito fortes e enchentes por exemplo.

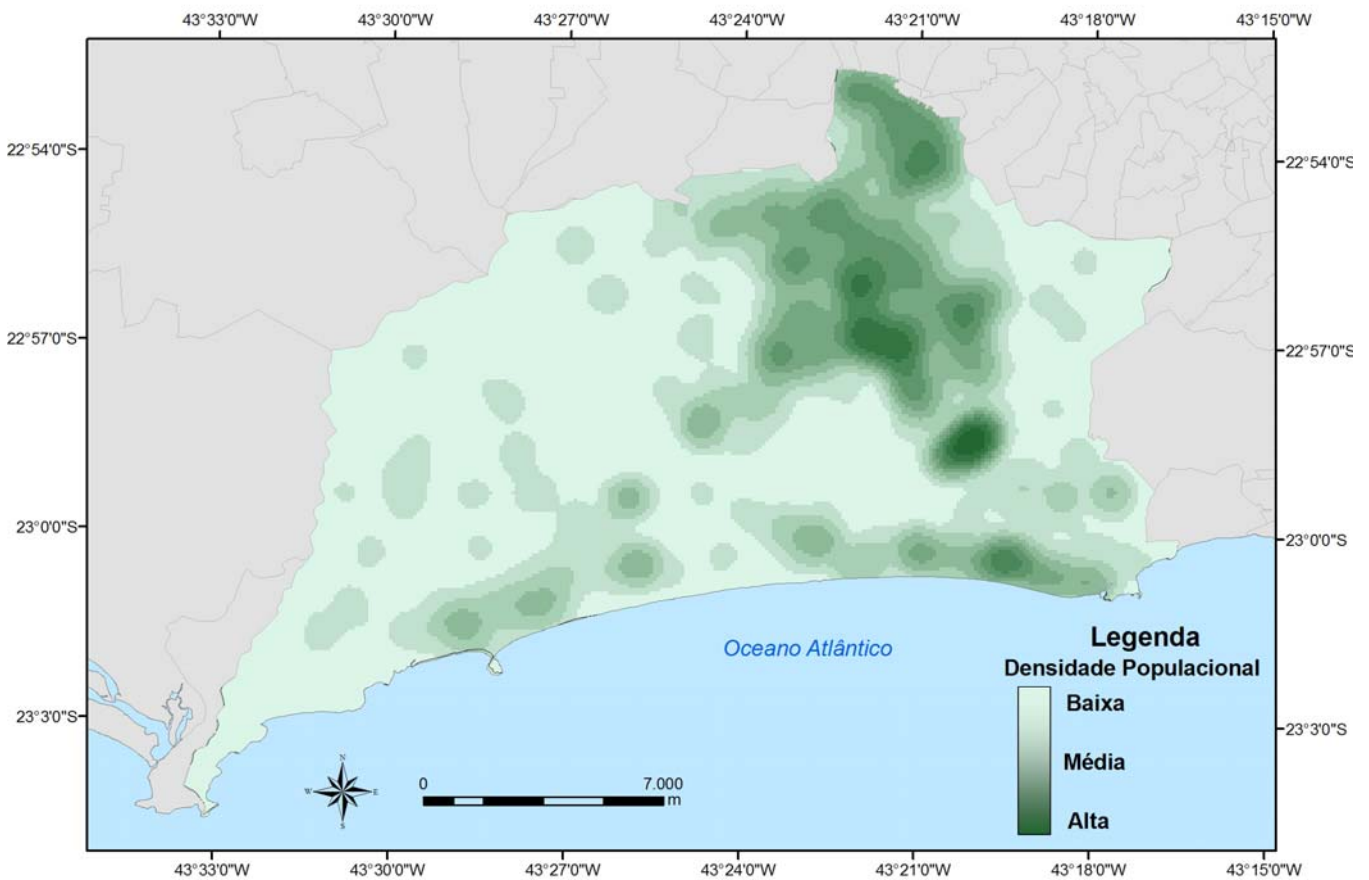


Figura 13: Mapa de Kernel com dados sobre a população residente



#### **5.4 – Quanto à Hipótese**

A hipótese aventada neste estudo é que existe um alto grau de correlação entre as partes componentes representadas pela estruturação física do espaço geográfico e a ocorrência de determinadas doenças.

Assim sendo, no caso da leptospirose pode-se aceitar a hipótese nula, pois somente ocorrem doenças em áreas associadas ao Fundo Chato da Baixada de Jacarepaguá e nos Declives Suaves dos Morros Isolados, também localizados no Subsistema Baixada. Isto demonstra que em termos desta doença existe uma ausência de população nesta componente espacial em áreas de maiores declividades. Este fato indica certa coerência espacial associada a uma boa qualidade ambiental, pois a ausência de população em áreas com maiores declividades é indicativa de ambientes em equilíbrio de estado contínuo “Steady State”.

Ainda existe uma completa coerência de relacionamentos entre áreas e doenças quando se observa a inexistência de casos associados à leptospirose nas demais componentes espaciais encontradas na área de estudo.

#### **5.5. Quanto à estruturação de uma metodologia para inserção das técnicas de Geomática**

A metodologia utilizada nesse estudo, desde a edição gráfica da base cartográfica em formato CAD, a geração do modelo MDT, a geração de mapas vetoriais, a integração e entrecruzamento de diversos mapas, o gerenciamento de banco de dados, apresentação dos dados gráficos e tabulares permitiu criar subsídios para a inserção das técnicas de Geomática na prática de análises de dados de saúde, apoiada na Teoria Geral de Sistemas contribuindo no processo de vigilância ambiental em saúde.

Essa metodologia também se mostrou viável para seu desenvolvimento em qualquer área que contenha bases cartográficas e dados de saúde disponíveis servindo, inclusive, como provável indicativo para a geração de Bancos de Dados Geoambientais associados à Saúde Pública.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Cartografia sempre foi um instrumento indispensável para o planejamento e apoio na tomada de decisões. Nas últimas décadas ganhou força com os avanços tecnológicos que aceleraram seus processos de produção e de consulta. Com a Geomática inserida no planejamento de ações torna-se possível constituir uma abordagem geográfica que apura e torna mais precisa a análise dos fatores que orientam e condicionam a definição das políticas públicas.

Em termos da Geografia da Saúde, este estudo inovou quando associou a base conceitual da Teoria Geral de Sistemas com o suporte das geotecnologias hoje disponíveis no campo da Geomática.

Com os resultados obtidos pode-se mostrar que sem a utilização de técnicas de Geomática, principalmente dos Sistemas de Informações Geográficas o estudo não seria viável pelo menos em tempo hábil de execução. O SIG se reveste em poderosas ferramentas para viabilizar a caracterização das partes componentes, o que vem atender plenamente, todas as perspectivas do estudo.

A inserção de outras variáveis reforçaria as conclusões do presente estudo e abririam novas possibilidades de análise. Pode-se citar aqui a inclusão de uma camada de informação de cobertura vegetal. O tipo de vegetação poderia ser integrado a estruturação física do espaço geográfico e, assim, fornecer subsídios para busca de outras associações com agravos de saúde.

No caso específico da doença estudada, outra camada importante seria a de áreas inundáveis. Como a literatura já remete a uma associação da leptospirose com enchentes, essa informação integrada com as outras camadas permitiria uma análise mais focada em determinadas áreas específicas.

O uso da tecnologia do Sensoriamento Remoto em base orbital associada aos Sistemas de Informações Geográficas se revestem de poderosas ferramentas para viabilizar a caracterização das partes componentes, o que viria acrescentar novas perspectivas nesse estudo. Por exemplo, a inserção de novas informações sobre o uso da terra em âmbito municipal, obtida através do processamento digital de imagens de satélite, viabilizaria mecanismos operacionais que possibilitariam subsidiar projetos de Gestão Ambiental. Este fato torna-se relevante o fato destas informações poderem vir a contribuir em projetos

implementados pelos comitês municipais de bacias hidrográficas. Isso permitiria desenvolver trabalhos futuros e novas associações poderiam ser pesquisadas.

Um grande problema encontrado no desenvolvimento desse estudo foi a utilização do campo endereço. De uma maneira geral não se dá a devida importância na coleta desse dado. No Sistema de Informações de Agravos de Notificação (SINAN), sistema de informação utilizado nesse estudo, o endereço é coletado no momento do preenchimento das fichas de atendimento médico. Em várias ocasiões os responsáveis pelo preenchimento desses dados não se preocupam e não se atentam a preenchê-lo de maneira correta e precisa. Muito tem se discutido em Oficinas e Congressos, para se tentar criar procedimentos de coleta desse dado visando minimizar o erro e conseqüentemente as perdas a ele associadas.

Acredita-se que esta mesma hipótese possa ser testada para outras doenças e que os resultados possam vir ratificar os aqui demonstrados, servindo de subsídios para planejamento, monitoramento, avaliação de programas, vigilância em saúde, e outras atividades essenciais à reorientação das ações do setor saúde que são beneficiadas pela incorporação da distribuição espacial dos eventos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA-FILHO, N. La Ciência Tímida. Ensaio de Deconstrução de la Epidemiología. Buenos Aires: Editorial Lugar, 1998.

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, 28 (1): p.76-81, 1994.

ALVES, D.T.M.; ARGENTO, M.S.F. A bacia hidrográfica associada a projetos de educação ambiental. In: V Simpósio Brasileiro de Defesa do Meio Ambiente, 2000, Rio de Janeiro, Clube de Engenharia; 2000.

ALVES COSTA, D.T.M. O Geoprocessamento como ferramenta metodológica ao monitoramento ambiental. 2003. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – UFF, Rio de Janeiro.

ALVES COSTA, D.T.M.; ARGENTO, M.S.F.; REIS, C.H. Caracterização do uso da terra da bacia de Sepetiba com vistas a subsidiar projetos de gestão ambiental em âmbito municipal. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, Goiânia.

ALVES COSTA, D.T.M. Abordagem sistêmica em bacias hidrográficas – uma análise em nível morfológico aplicada a bacia de Sepetiba – RJ. 2007. Tese (Doutorado em Ciências). IGEO – UFRJ, Rio de Janeiro.

AMORIM, M.A. Acompanhamento Espaço Temporal da Condição de Balneabilidade Através do Estudo da Maré na Praia da Barra da Tijuca (Rio de Janeiro, Brasil). 34 f. Relatório Final de Estágio Orientado (Graduação em Oceanografia) – Instituto de Geociências, Universidade do Estado Rio de Janeiro, 2001.

ARANOFF, S. Geographic Information Systems: a management perspective. Ottawa, Canadá: WDL Publications, 1995.

ARGENTO, M.S.F.; CRUZ, C.B.M. Mapeamento Geomorfológico. In: CUNHA, S.B; GUERRA, A.J.T. (Org). Geomorfologia - Exercícios, Técnicas e aplicações. 1 ed. Rio de Janeiro: Ed. Edgard Blucher; 1996. p. 265-282.

ARGENTO, M.S.F. Instrumentação Ambiental - Formulação de métodos e conceitos. Publicação inédita; 2008 (Prelo).

AZEVEDO, L. H. A. A Geomática no contexto da Ciência e tecnologia. In: II Simpósio Brasileiro de Geomática e V Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas, 2007 Presidente Prudente. Anais do II Simpósio Brasileiro de Geomática e V Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas, 2007.

BARBUDA, M.M.S. Técnicas de Geomática aplicadas à Gestão de Complexos Portuários [Rio de Janeiro] 2003. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Computação) – ENG-UERJ, Rio de Janeiro, 2003.

BARCELLOS, C.; BASTOS, F. I. Geoprocessamento, ambiente e saúde: uma união possível? Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 12(3):389-397, jul-set 1996.

BARCELLOS, C.; SABROZA, P. Socio-environmental determinants of the leptospirosis outbreak of 1996 in western Rio de Janeiro: a geographical approach. International Journal Health Research, 10 p. 301-313, 2000.

BARCELLOS, C. et al. Georreferenciamento de dados de saúde na escala sub-municipal: Algumas experiências no Brasil. Epidemiologia e Serviços de Saúde, Brasília, v. 17, n. 1, p. 59-70, 2008.

BARRETO, M. P. Aspectos ecológicos da epidemiologia das doenças transmissíveis, com especial referência às zoonoses. Revista Brasileira de Malariologia e Doenças Tropicais, 19:633-654, 1982.

BERTALLANAFY L.Von. Teoria Geral de Sistemas, Ed. Vozes, 1973.

BRANCO, S.M. Ecosistêmica. Sao Paulo: Editora Edgard Blucher, 1989.

BROD, C.S. et al. Evidência do cão como reservatório da Leptospirose humana: isolamento de um sorovar, caracterização molecular e utilização em inquérito sorológico. Revista Brasileira de Medicina Tropical, 38(4): p. 294-300, 2005.

BURROUGH, P.A., Principles of geographical information systems for land resources assessment. Oxford : Clarendon, 1986.

CÂMARA, G. et al. Introdução à Ciência da Geoinformação. São José dos Campos, INPE, (on-line, 2a. edição, revista e ampliada), 2001.

CAMPBELL, D. T. Common fate, similarity and other indices of the status of aggregation of persons as social entities. Behavioural Science, 3: 14-25, 1958.

CARVALHO, M.S.; PINA, M.F.R.P.; SANTOS, S.M. Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia Aplicados à Saúde. 1.ed. Brasília: Rede Interagencial de Informações para a Saúde - Ministério da Saúde, 2000.

CASTELLANOS, P.L. Sistemas Nacionales de Vigilancia de la Situación de Salud Según Condiciones de Vida y el Impacto de las Acciones de Salud y Bienestar. [s.l.]: Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud, 1991.

CHAME, M., BRANDÃO, M., BATOULI-SANTOS, A. Espécies Exóticas Invasoras que afetam a Saúde humana in: Relatório de Pesquisa, PROBIO, 2006. <http://www.mma.gov.br/invasoras/>. Acesso em fevereiro de 2008.

CHRISTOFOLETTI, A. Modelagem de Sistemas Ambientais. 1. ed. Rio de Janeiro: Ed. Edgard Blucher Ltda, 1999, 236p.

CHORLEY, R. J. & KENNEDY, B. A. Physical Geograph”: a systems approach. Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1971.

COELHO NETO, A.M. Hidrografia na Interface com a Geomorfologia. In: GUERRA A.T.J.; CUNHA, S.B. (Orgs). Geomorfologia uma atualização de bases de conceitos. 3. ed. Rio de Janeiro: Ed. Edgard Blucher; 1998. p. 93-148.

COSTA, M.C.N.; TEIXEIRA, M.G.L.C. A concepção de "espaço" na investigação epidemiológica. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, 1999. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-311X1999000200012](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X1999000200012&lng=pt&nrm=iso) &lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 08 Abr 2008. doi: 10.1590/S0102-311X1999000200012

CUNHA, H.L.; COELHO, M.C.N. Políticas e Gestão Ambiental. In CUNHA, S.B.; GUERRA, A.T. (Org.). Questões Ambientais: diferentes abordagens. 1. ed. Rio de Janeiro: Ed. Edgard Blucher; 2003, p. 51-79.

CZERESNIA, D.; RIBEIRO, A.M. O conceito de espaço em epidemiologia: uma interpretação histórica e epistemológica. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 16 (3): 595-617, jul-set,2000

EEA– Earth Sciences Sector – Canadá, 2007.

FORATTINI, O.P. Epidemiologia Geral. São Paulo: Edgard Blücher/Edusp, 1976.

HAIGH, M. J. Geography and general systems theory, philosophical homologies and current practice. Geoforum, 16(2): 191 – 203, 1985.

HEUNIS, J. C.; OLIVIER, J. & BOURNE, D. E. Short-term relationships between winter temperatures and cardiac disease mortality in Cape Town. South African Medical Journal, 85:1.016- 1.019, 1995.

IBGE. Manual Técnico de Uso da Terra. Sokolonski, H.H. (Coord.). Rio de Janeiro: Geociências do Nordeste; 1999, p. 58.

KO, A.I. et al. Urban epidemic of severe leptospirosis in Brasil. The Lancet vol. 354 (4): p.820-825, 1999.

MCBRIDE, A.J.A. et al. Leptospirosis. *Current Opinion Infectious Disease*. 18(5): p.376-86, 2005.

NAJAR, A. L. et al. *A Saúde em Estado de Choque*. 1. ed. Rio de Janeiro: Ed. Espaço e Tempo, 1992.

NOGUEIRA, C.R.; ROCHA, E.M.F.; CRUZ, C.B.M. Integração de variáveis socioeconômicas em unidades ambientais, o caso da bacia hidrográfica da Baía de Guanabara. In: XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2003, Belo Horizonte.

PESSOA, S.B. *Ensaio Médico-Sociais*. São Paulo: CEBES. Ed. Hucitec, 1978.

PINA, M.F.R.P. Potencialidades dos Sistemas de Informações Geográficas na área da saúde. In: *Saúde e Espaço: estudos metodológicos e técnicas de análise*. 1. ed. Rio de Janeiro: Ed. FIOCRUZ, 1998.

PINA, MF ; CARRIJO, R ; NOGUEIRA, F ; SILVA, R ; BELINTANI, H . Digitalização da malha censitária 1991 do estado do Rio de Janeiro. In: XX Congresso Brasileiro de Cartografia, 2001, Porto Alegre. *Anais do XX Congresso Brasileiro de Cartografia*, 2001.

PINA, M.F.; LIMA, I.M.; PATROCLO, M.A.; CID, M. ; ESTEVES, M.A. O georreferenciamento de casos de tuberculose no Rio de Janeiro. In: XX Congresso Brasileiro de Cartografia, 2001, Porto Alegre. *Anais do XX Congresso Brasileiro de Cartografia*, 2001.

PINA, M.F.R.P.; MAGALHÃES, M.A.F.M.; CARRIJO, R.S.G.G.; OLIVEIRA, G.J. Elaboração de um sistema de georreferenciamento de endereço para auxiliar um SIG na área da Saúde Pública. In: XXI Congresso Brasileiro de Cartografia, 2003, Belo Horizonte. *Anais do XXI Congresso Brasileiro de Cartografia*, 2003.

SABROZA, P.C.; KAWA, H. & CAMPOS, W.S.Q. Doenças transmissíveis, ainda um desafio. In: *Os Muitos Brasis. Saúde e População na Década de 80* (M.C.S. Minayo, org.), pp.177-244, São Paulo/Rio de Janeiro: Hucitec/Abrasco, 1995.



SAMBASIVA, R.R. et al. Leptospirosis in India and the Rest of the World. *The Brazilian Journal of Infectious Diseases*, 7(3): p. 178-193, 2003.

SANTOS, M. *A Natureza do Espaço – Técnica e Tempo, Razão e Emoção*. 1. ed. São Paulo: Ed. Hucitec, 1996.

SANTOS, M. *Espaço e Método*. 1. ed. São Paulo: Ed. Nobel, 1988.

SCHOLTEN, H.J.; LEPPER, M.J.C. The Benefits of the Application of Geographical Information Systems in Public and Environmental Health, *World Health Statistical Quarterly Report*, 1991, 44: 160 - 170.

SINHA, T.; BENEDICT, R. Relationship between latitude and melanoma incidence: international evidence. *Cancer Letters*, 99:225-231, 1996.

SILVA, L. J. Organização do espaço e doença. In: *Textos de Apoio. Epidemiologia I* (J. R. Carvalheiro, org.), pp. 159-185, Rio de Janeiro: Programa de Educação Continuada/Escola Nacional de Saúde Pública/Abrasco, 1985.

SILVA, L.J. O conceito de espaço na epidemiologia das doenças infecciosas. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 13, n. 4, 1997. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-311X1997000400002&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X1997000400002&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 10 Jun 2008.

SINHA, T.; BENEDICT, R. Relationship between latitude and melanoma incidence: international evidence. *Cancer Letters*, 99:225-231, 1996.

SKABA, D. et al. Geoprocessamento dos dados da saúde: O tratamento dos dados de endereço. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 20, n. 6, p. 1753-1756, 2004.

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* 2004; 20(6): 1721-1729.

TROSTLE, J. Early work in antropology and epidemiology: from social medicine to the germ theory, 1840 to 1920. In: Anthropology and Epidemiology. (R. C. Janes; R. Stall & S. M. D. Gifford, eds.), Boston: Reidel Publishing Company, pp. 35-57, 1986.

VERHASSELT, Y. The contribution and future development of spatial epidemiology. Social Science and Medicine, 15A:333-335, 1981.

WILDING, E.; WINKLER, S.; KREMSER, P. G.; BRANDTS, C.; JENNE, L. & WERNSDORFER, W. H. Malaria epidemiology in the province of Moyen Ogov, Gabon. Annals of Tropical Medicine and Parasitology, 46:77-82, 1995.

ZADOROSNY, N.; WALCACER F. Ocupação da Baixada de Jacarepaguá: Um estudo de caso sobre APA de Marapendi – Relatório Final – 2006. ([http://www.puc-rio.br/pibic/relatorio\\_resumo2006/relatorio/CCS/Dir/DIR\\_20\\_Natasha\\_Zadorosny.pdf](http://www.puc-rio.br/pibic/relatorio_resumo2006/relatorio/CCS/Dir/DIR_20_Natasha_Zadorosny.pdf)) acessado em março 2008.

[http://www.serla.rj.gov.br/obras/obra\\_jpa.asp](http://www.serla.rj.gov.br/obras/obra_jpa.asp). Acesso em janeiro/2008.

[http://www.terrabrasil.org.br/pn\\_tijuca/pnt\\_1.thm](http://www.terrabrasil.org.br/pn_tijuca/pnt_1.thm). Acesso em janeiro/2008.

<http://www.parquepedrabranca.com>. Acesso em janeiro/2008

<http://portal.saude.gov.br/saude>. Acesso em abril de 2008.