

MINISTÉRIO DA SAÚDE

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ

ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA

**ENCHENTES, DESLIZAMENTOS E LEPTOSPIROSE NUMA ÁREA
DE PLANEJAMENTO EM SAÚDE NA CIDADE DO RIO DE
JANEIRO: UMA ANÁLISE POR GEOPROCESSAMENTO**

Por

Anselmo Rocha Romão

*Dissertação com vistas a obtenção do título de Mestre em Ciências
na área da Saúde Pública*

Orientador: Prof. Dr. Teófilo Carlos do Nascimento Monteiro

Rio de Janeiro, outubro de 2001

Aos meus pais Joaquim Romão Neto (IN MEMORIUM)
e Terezinha Rocha Romão, à esposa Miriam Carla e aos
filhos Pablo e Ilana.

AGRADECIMENTOS:

Ao Prof. Teófilo Carlos do Nascimento Monteiro, pela paciência e confiança na orientação dessa dissertação.

Ao Prof. Jorge Xavier da Silva, pelo seu pioneirismo na área do geoprocessamento no Brasil, seus ensinamentos foram fundamentais para realização desse estudo.

Ao Geógrafo Oswaldo Elias Abdo, que indicou os procedimentos técnicos para tratamento dos dados cartográfico aqui realizados.

Ao Prof. Odir Clésio Roque, pelo apoio e dedicação aos mestrandos.

Ao Prof. Jorge Campos Valadares, que através de sua inovadora abordagem sobre o espaço do sujeito, influenciou de forma positiva o presente estudo.

Ao Prof. Szachna Eliaz Cynamon, pelas valiosas sugestões ao longo das disciplinas Seminários Avançados I e II.

À coordenadora do Instituto Pereira Passos Mónica Monerat, que forneceu os dados cartográficos utilizados nessa dissertação.

À Médica Meri Baran da Secretaria Municipal de Saúde que disponibilizou os dados sobre as notificações dos casos de Leptospirose.

Aos colegas da turma de mestrado de 1999: Ademir, Cássia Regina, Gilson, Manoel Pereira, Otávio, Paulo César Tourinho e Tatiana Malta, pelo convívio fraterno.

A Administradora do Laboratório de Geoprocessamento, Rosangela Garofallo.

Ao Geólogo da Fundação Instituto de Geotécnica do Município do Rio de Janeiro, Nelson Martins Paes.

Ao Geógrafo e Pesquisador do Laboratório de Geoprocessamento da UFRJ, Luis Mendes.

Aos Funcionários da Secretaria do DSSA, Cristiane, Graça e Marluze.

Ao Amigo Tango, que em sua breve passagem na terra, me ensinou muito, sobre o significado da palavra amizade.

À Capes, pelo apoio financeiro.

Resumo:

O presente estudo, analisou alguns dos problemas resultantes das chuvas intensas sobre o espaço urbano, na Área Programática de Saúde 3.1 (AP3.1) da cidade do Rio de Janeiro, onde esse evento climático sempre é motivo para alerta da população e dos órgãos públicos da defesa civil em virtude das perdas humanas e materiais. Foi utilizada metodologia com técnicas de Geoprocessamento, que pudesse indicar a extensão territorial e a probabilidade de ocorrência de enchentes, deslizamentos e disseminação da leptospirose.

As análises realizadas, tiveram como base dados e informações a cerca do meio físico (altimetria, declividade, geomorfologia e drenagem), e das ações antrópicas (uso atual do solo) e comportou a utilização do Sistema Geográfico de Informações (SGI) SAGA/UFRJ, desenvolvido no Laboratório de Geoprocessamento da UFRJ (LAGEOP). Considerando o poder de prognóstico associado às técnicas empregadas, esse estudo visou contribuir com mais um enfoque relacionado à saúde ambiental.

Palavras chave

Geoprocessamento, Sistema Geográfico de Informações, Enchentes, Deslizamentos e Leptospirose.

Abstract:

This study analyzed problems that resulted from intense urban rainfall in the Programmed Health Area 3.1 (AP3.1) in the city of Rio de Janeiro. This climatic event has always been a public organs as well as the civil defense sector because of the amount of human loss and material damage. A method utilizing geoprocessing was used that enabled us to define the territorial region and the probability of overflowing, as well as rainslides and dissemination of leptospirosis.

The studies were based on data and information from physical matter (altimetrics, declivity, geomorphology and drainage) and antropical history (actual soil use) and followed from the Geographic Information System (SGI) SAGA/UFRJ developed in the Geoprocessing Laboratory of UFRJ (LAGEOP). Considering the prognostical power associated with the employed technique, this study aims to contribute to a deeper understanding of environmental health.

Key Word

Geoprocessing, Sistem of Geographic Information, Overflowing, slip and Leptospirosis

Abreviaturas utilizadas:

GEORIO – Fundação Instituto de Geotécnica do Município do Rio de Janeiro

GPS – Posicionamento Global por Satélite

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPLANRIO – Empresa Municipal de Informática

IPP – Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos

SINAN- Sistema de Informações de Agravos e Notificações

SAD – Sistema de Apoio a Decisão

SAGA – Sistema de Análise Geo-Ambiental

SIGI - Sistema Geográfico de Informações

SIG – Sistema de Informação Geográfico

UTM – Sistema de projeção Universal Transversa de Mercator

Lista de Cartogramas:

Cartograma 1 – Altimetria	39
Cartograma 2 – Declividade	40
Cartograma 3 – Geomorfologia	41
Cartograma 4 –Uso atual do solo	43
Cartograma 5 – Proximidades de Favela	44
Cartograma 6 – Proximidades de Drenagem	45
Cartograma 7 – Proximidades de casos de leptospirose	46
Cartograma 8 – Riscos de enchentes	55
Cartograma 9 – Riscos de deslizamentos	63
Cartograma 10 – Riscos de leptospirose	69

Lista de figuras:

Figura 1- Movimentos e mudanças do estado da água no ciclo hidrológico	14
Figura 2 - Bacia de drenagem	16

Lista de mapas:

Mapa 1- Região AP3.1	4
Mapa 2 - Áreas Programáticas de Saúde do Município do Rio de Janeiro	6

Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Sistema de abastecimento de águas em favelas com mais de 1000 habitantes	7
Gráfico 2 – Sistema de esgoto de favelas com mais de 1000 habitantes	8
Gráfico 3 – Coleta domiciliar de lixo em favelas do mais de 1000 habitantes	8
Gráfico 4 – Limpeza urbana em favelas com mais de 1000 habitantes	9

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Série Temporal dos Casos de Leptospirose no município do Rio de Janeiro	30
Tabela 2 – Geomorfologia	50
Tabela 3 – Declividade	51
Tabela 4 – Proximidade de Drenagem	51
Tabela 5 – Altimetria	52
Tabela 6 – Uso atual do solo	53
Tabela 7 – Declividade	58
Tabela 7 – Geomorfologia	59
Tabela 8 – Altimetria	60
Tabela 9 – O uso atual do solo	61
Tabela 10 – Risco de enchentes	66
Tabela 11 – Proximidade de casos de leptospirose	66
Tabela 12 – Proximidade de favelas	66
Tabela 13 – Proximidade de drenagem	66
Tabela 14 – O uso atual do solo	67

SUMÁRIO:

I- Introdução	1
II - Objetivos	3
III – Caracterização da região estudada	4
III.1 – Oferta de saneamento na região AP3.1	7
IV – As chuvas intensas na cidade do Rio de Janeiro	10
IV.1- Breve histórico da ocupação urbana do Rio de Janeiro	11
V – Considerações a respeito da circulação da água em nosso planeta	13
V.1 – O ciclo hidrológico	13
V.2 – Precipitações	14
V.3 – Infiltração, armazenamento e geração de escoamento superficial	15
V.4 – Bacias de drenagem	16
VI – Drenagem urbana	19
V.1 – Métodos para de estimativas de enchentes	20
VI.1.1 – Métodos empíricos	20
VI.1.2 – Métodos estatísticos	22
VI.1.3 – Métodos racionais	23
VI.1.4 – Métodos hidrometereológicos	24
VII – Deslizamento de encostas	26
VII.1 – Movimento de regolito	26
VIII – A leptospirose	28
VIII.1 – Etiologia	29
VIII.2 – Modos de transmissão	29

IX – Geoprocessamento e SIG’s	32
IX.1 – Estruturas e representação de dados espaciais	33
IX.2 – O geoprocessamento na área da saúde	34
X - Metodologia	36
X.1 – Inventário ambiental e técnicas usadas no mapeamento digital	37
X.2 – Assinaturas ambientais	42
X.3 – Avaliações ambientais	47
XI – Análises e discussão	49
XI.1 – Análise de riscos de enchentes	49
XI.2 – Análise de riscos de deslizamentos	57
XI.3 – Análise de riscos de leptospirose	65
XI – Conclusões	71
Referências bibliográficas	74

I – Introdução

Um dos eventos climáticos que mais impactos provocam na cidade do Rio de Janeiro, são as chuvas intensas que ocorrem geralmente no verão. Esse é um fenômeno que acompanha a vida da cidade praticamente desde a sua fundação.

Fatores geográficos relacionados à posição da cidade, que se situa nas proximidades da zona tropical, recebendo intensa insolação e sofrendo a influência dos sistemas climáticos polares e intertropicais, ocasionam a formação freqüente de chuvas. A sua topografia, caracterizada por rupturas abruptas de gradientes, em que áreas de declives acentuados, conduzem a um rápido escoamento das águas no sentido das planuras, ocasionam inundações de determinadas áreas. Esses fatores de ordem física associados ao processo de urbanização da cidade, que historicamente favoreceram aos desmatamentos e a impermeabilização do solo através da ocupação das encostas, além das áreas planas aterradas em cotas próximas ao nível do mar, contribuem para relação entre chuvas intensas e calamidade pública.

Estudos referentes as recentes mudanças climáticas apontam o processo acelerado de urbanização, industrialização e crescimento populacional que se acentuou com a revolução industrial, como os responsáveis pela maior freqüência dos eventos climáticos extremos (ondas de calor, ondas de frio, secas e inundações). Segundo Brandão (1980), as chuvas intensas no Rio de Janeiro se intensificam e se tornam mais freqüentes com o processo de industrialização que ocorre no pós-guerra.

Além de questões relacionadas à poluição de corpos receptores em função da coleção de contaminantes e patógenos presentes no escoamento das águas pluviais, as chuvas intensas afetam a população através dos deslizamentos das encostas e das enchentes das vias urbanas, deixando um saldo de mortes e desabrigados e uma série de doenças relacionadas à água.

Um fato que vem se evidenciando após um período de chuvas intensas, é o caráter epidêmico da leptospirose, que atinge principalmente as populações de baixa renda residentes em áreas sujeitas à inundação, indicando o caráter social e ambiental dessa doença.

Na atualidade, uma vasta gama de métodos de estimativas, prognósticos e previsões, tanto de eventos hidrológicos extremos (enchentes e secas) como também sua abrangência espacial, vêm sendo implementados e ganham força com a incorporação de técnicas computacionais. Uma das vertentes desses estudos ressalta a importância da bacia de drenagem como unidade de análise e cria metodologias para o seu gerenciamento e aproveitamento de seus recursos (Otonni, 1996).

O Geoprocessamento, que segundo Xavier-da-Silva & Souza (1987), consiste em um conjunto de procedimentos computacionais que operam sobre uma base de dados geocodificados, executa análises, reformulações e sínteses sobre dados ambientais disponíveis e têm nos Sistemas Geográficos de Informações ('Geographic Information System'), conhecidos como SGI ou SIG, o instrumento mais importante na sua operacionalização, é uma ferramenta de ampla gama de utilização que a cada dia é incorporado a um novo ramo do conhecimento, entre quais, nos estudos relacionados à Saúde Pública.

Considerando a capacidade de prognóstico associado à tecnologia do geoprocessamento, foi desenvolvida no presente estudo, uma metodologia baseada em dados e informações ambientais, capaz de analisar áreas com potencial de riscos de enchentes, deslizamentos e ocorrência da leptospirose, associados a eventos de chuvas intensas.

II - Objetivo Geral

O objetivo da presente dissertação é a criação de um modelo digital, destinado ao estudo das enchentes, deslizamento e agravos à Saúde Pública. Com ênfase na questão da leptospirose relacionada às chuvas intensas.

II.1- Objetivos específicos

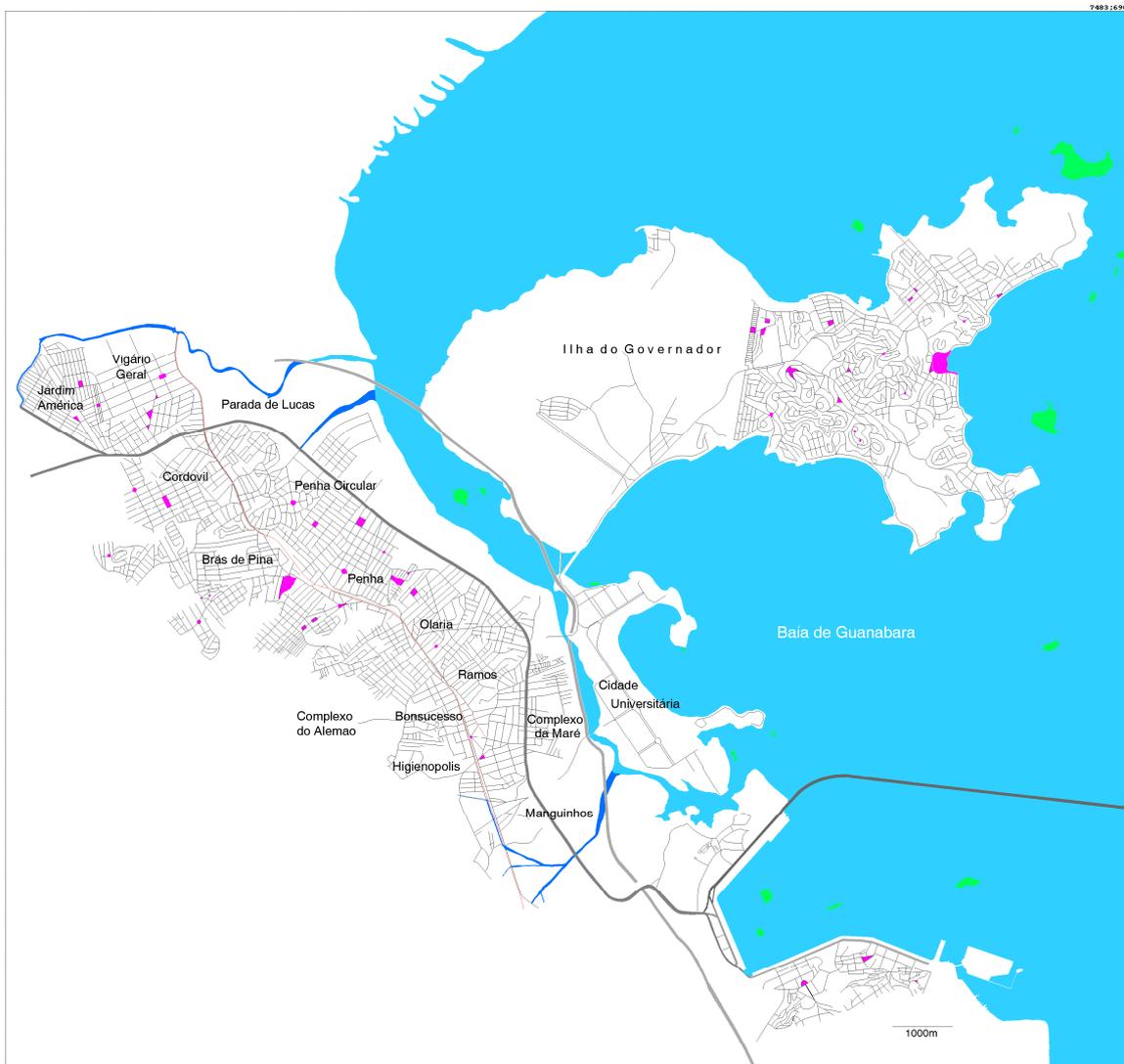
Através de técnicas de geoprocessamento:

- a) analisar áreas sujeitas a enchentes;
- b) analisar áreas com potencial de riscos de deslizamentos;
- c) analisar áreas com potencial de ocorrência da leptospirose relacionadas a inundações provocadas por chuvas intensas;
- d) identificar áreas com potencial de riscos de ocorrência de enchentes, deslizamentos e leptospirose.

III - Caracterização da região a ser estudada

O presente estudo será desenvolvido na região da Área Programática de Saúde AP3.1 da cidade do Rio de Janeiro, que abrange aos bairros de Jardim América, Vigário Geral, Parada de Lucas, Cordovil, Brás de Pina, Penha Circular, Vicente de Carvalho, Complexo do Alemão, Penha, Olaria, Ramos, Bonsucesso, Higienópolis, Manguinhos, Complexo da Maré, Cidade Universitária e Ilha do Governador (Mapa 1).

Mapa 1

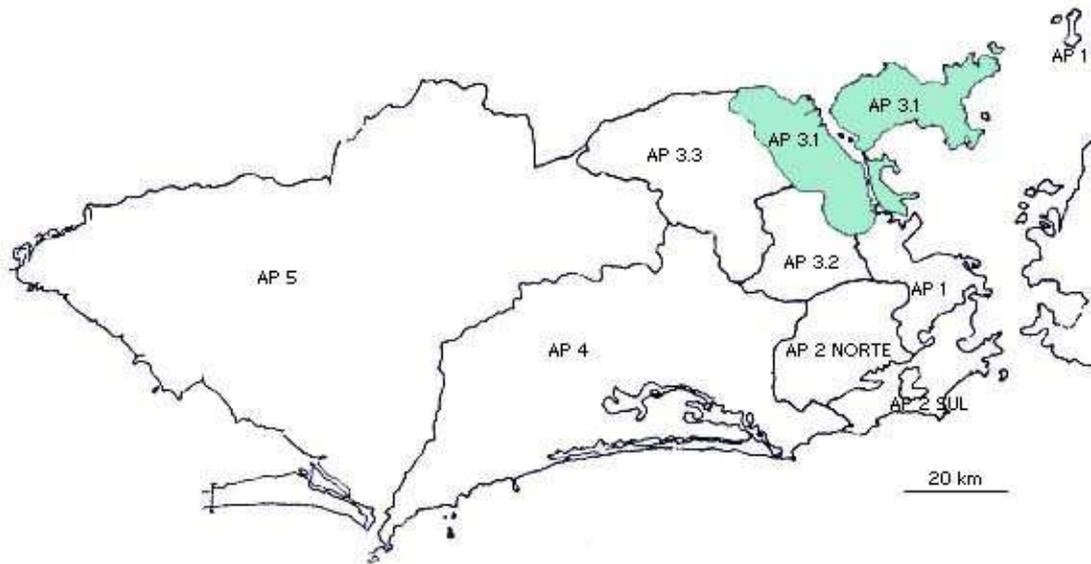


Essa região possui uma extensão de 870 Km², e população estimada em 1995 de 870.502 habitantes, o que representa 14,3% da população do município do Rio de Janeiro, sendo entrecortada por três grandes vias (Av. Brasil, Linha Vermelha e Linha Amarela) e um ramal da rede ferroviária (Leolpodina), grande parte de sua extensão territorial é constituída por duas ilhas (Ilha do Fundão e Ilha do Governador). A Ilha do Governador abriga uma considerável parcela da população da AP3.1, 206.716 pessoas (população estimada para 1995). Aproximadamente 33% da população da AP3.1, são habitantes de noventa favelas que se espriam sobre a região que é constituída por áreas planas intercaladas por morros isolados, incluindo ainda parte da Serra da Misericórdia (Araújo, 1998).

As áreas de planejamento em saúde foram criadas no contexto da municipalização dos serviços de saúde, visando o planejamento do setor de modo hierarquizado, regionalizado e descentralizado conforme diretriz do Sistema Único de Saúde (SUS). Esse processo ocorre no município do Rio de Janeiro a partir do ano 1992 no qual foram definidas 10 áreas de planejamento que corresponderiam aos Distritos Sanitários, porta de entrada do sistema público de saúde. As áreas podem ser observadas no Mapa 2.

De certa forma, a divisão dessas Regiões obedeceu à capacidade instalada dos serviços, não coincidindo com unidades geográficas tanto física ou humana (bacias de drenagem, mobilidade populacional, relevo, acessibilidade, etc.). Ao observarmos a questão da localização dos serviços públicos, deve ser observado, que a distribuição dos serviços públicos de saúde obedeceu historicamente a critérios complexos relacionados com a produção social do espaço.

Mapa 2 – Áreas Programáticas de Saúde do Município do Rio de Janeiro



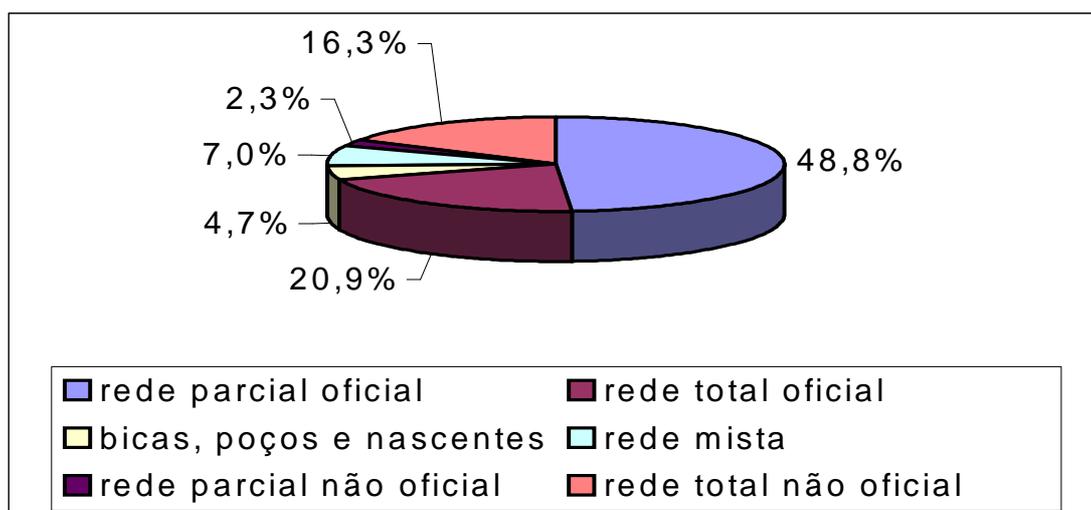
III.1 – Oferta de saneamento na região AP3.1

Segundo dados do Censo do IBGE de 1991 a cobertura de abastecimento d'água ligadas à rede geral da AP3.1 apresentava um percentual de 95% de domicílios servidos, o que caracteriza uma condição favorável se comparado ao do município do Rio de Janeiro como um todo, que apresentava uma cobertura de 88%.

Visando um maior entendimento da questão do saneamento na AP3.1, Araújo (1998), utilizou dados do Anuário Estatístico do Iplan-Rio – 1992/1993 para as 43 favelas da área estudada com mais de 1000 habitantes, com população aproximada de 250 mil pessoas, sobre as variáveis de: sistema de água, sistema de esgoto, coleta domiciliar de lixo e limpeza pública.

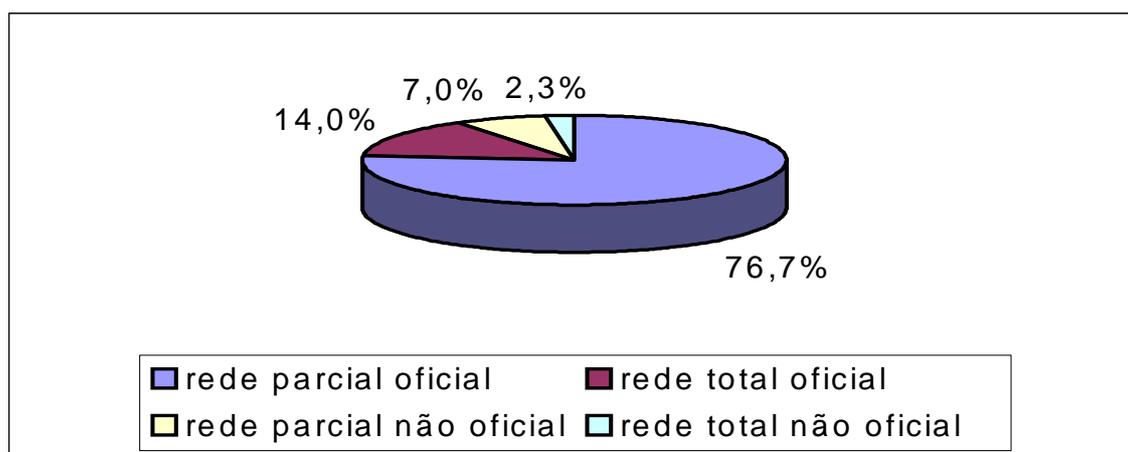
Das favelas com mais de 1000 habitantes, para os dados de 1991 referente ao abastecimento de água, nove (20,9%) possuíam rede oficial para toda comunidade; vinte e uma (48,8%) somente parte da comunidade era abastecida pela rede oficial; sete (16,3%) possuíam rede não-oficial em parte da comunidade; duas (4,7%) eram abastecidas por bicas, poços e nascentes; três (7%) com rede mista e uma (2,3%) abastecida por rede não-oficial. Estes dados podem ser observados no Gráfico 1.

GRÁFICO 1 – Sistema de abastecimento de água em favelas com mais de 1000 habitantes da AP3.1.



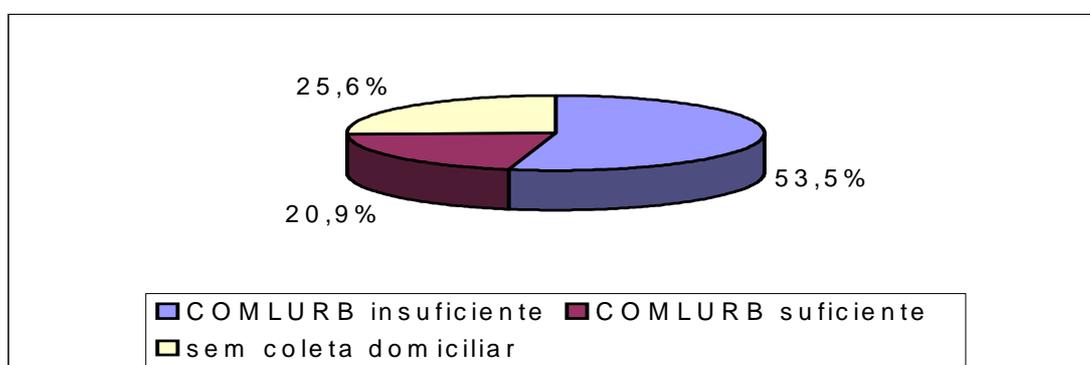
Em relação à cobertura de esgotos nas favelas com mais de 1000 habitantes da AP3.1, foi observada a seguinte situação, seis (14%) eram cobertas por rede de esgoto oficial; trinta e três (76,7%) possuíam rede oficial em parte dos domicílios; uma (2,3%) contava com rede totalmente não-oficial e três (7%) com rede parcial não oficial. (Gráfico 2)

GRÁFICO 2 – Sistema de esgoto em favelas com mais de 1000 habitantes da AP3.1



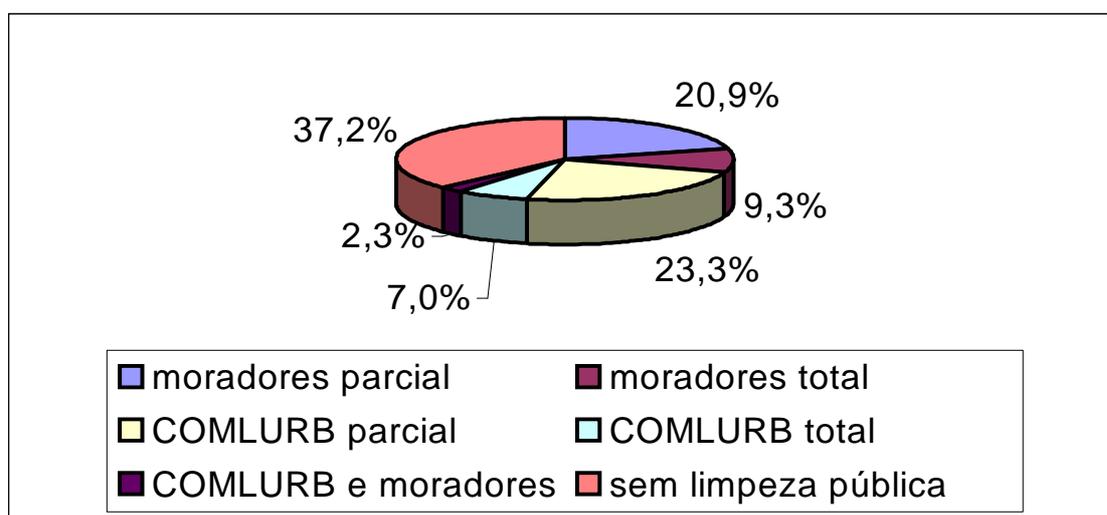
Em termos de coleta de lixo observou-se nas comunidades estudadas também uma cobertura deficiente. Em onze comunidades (25,6%) não eram atendidas por nenhum tipo de serviço de coleta de lixo; vinte e três (53,5%) tinham coleta de lixo considerada insuficiente e nove (20,9%) com coleta regular feita pela COMLURB. Os dados podem ser observados no Gráfico 3.

GRÁFICO 3 – Coleta domiciliar de lixo em favelas do mais de 1000 habitantes da AP3.1



A limpeza pública das comunidades apresentava dados que mostravam a precariedade do sistema. Dezesesseis (37,2%) não dispunham de nenhum tipo de serviço de limpeza; dez (23,3%) tinham o serviço prestado parcialmente pela COMLURB; nove (20,9%) a limpeza era realizada em parte ou em totalidade pelos próprios moradores; quatro (9,3%) somente os moradores realizavam os serviços de limpeza; três (7,0%) tinham limpeza pública realizada pela COMLURB e uma (2,3%) através de moradores e COMLURB. (Gráfico 4).

GRÁFICO 4 – Limpeza urbana em favelas com mais de 1000 habitantes da AP3.1



Embora os dados descrevam uma realidade de dez anos atrás, eles evidenciam as condições precárias em que ainda está submetida um grande contingente da população da AP3.1, e que em tempos de chuvas intensas apresentam uma maior vulnerabilidade aos riscos que serão tratados em nosso estudo.

IV - As chuvas intensas na cidade do Rio de Janeiro

Problemas referentes às chuvas intensas na cidade do Rio de Janeiro não são fatos recentes na sua história. O registro histórico mais antigo sobre chuvas de grande magnitude data de 1711. Há um registro de um grande temporal ocorrido em abril de 1756 que castigou a cidade durante três dias consecutivos, provocando inundações, desabamentos de casas fazendo inúmeras vítimas (Abreu, 1998).

A grande inundação decorrente de chuvas intensas no período colonial ficaria conhecida como “águas dos montes”, em virtude da intensidade das águas que desciam dos morros que circundavam a cidade. Esse fato ocorreu entre os dias 10 e 17 de fevereiro de 1811, e foi responsável pelo desmoronamento de parte do morro do Castelo. Apesar do relato de um grande número de vítimas e de enormes prejuízos materiais, não se tem conhecimento de dados oficiais.

Esse evento ocorre na época em que o príncipe Regente já se encontrava na cidade, o mesmo determinou então a elaboração de um relatório aos cuidados do então tenente-general e engenheiro dos reais exército, João Manoel da Silva. O relatório, datado de 4 de Julho de 1811, apontava mudanças abruptas da topografia, onde as encostas íngremes contribuía para um rápido escoamento d'água para terrenos planos ao nível do mar, ocorrendo o represamento das águas nas baixadas. Constam também no relatório, considerações sobre a vala mestra do sistema de drenagem, que se situava praticamente ao nível do mar, não dando vazão para as águas que aí se dirigiam, e o fato desta está sempre coberto de imundícies, decorrente dos maus hábitos da população de jogar tudo nas valas (Abreu, 1998).

Podemos notar que as observações do relatório das ‘águas dos montes’ são pertinentes ainda nos dias atuais.

Vários são os relatos sobre enchentes que ocorreram na cidade. Autoridades, escritores e pesquisadores registraram em seus escritos muitos desses acontecimentos, que a partir de 1851 passariam a constar em registros meteorológicos, através da construção da Estação Climatológica Principal (Brandão, 1998).

Com base nos dados pluviométricos obtidos a partir de 1851, Brandão (1998) analisando períodos distintos da evolução urbana da cidade (1851 a 1900, 1900 a 1940 e 1941 a 1990), cita chuvas intensas que provocaram inundações. Destacam-se os registros de 1883, quando caíram 239 mm de chuvas em 24 horas (média de abril é de 100 mm); os registros de dezembro de 1884 e fevereiro de 1886, com mais de 100 mm em 24 horas, e em abril de 1888 com precipitações de 97 mm.

Segundo a autora, sobre o ponto de vista climático os eventos citados seriam comparáveis aos ocorridos no mês de janeiro de 1996 e fevereiro dos anos de 1967, 1988 e 1996.

IV.1 - Breve histórico da ocupação urbana do Rio de Janeiro

Para um melhor entendimento das inundações provocadas pelas chuvas intensas, se faz necessário recorrer ao processo de urbanização da cidade, que se inicia como um sítio de defesa. Posteriormente, com a intenção de fixação de um povoado, surge a opção de ocupação do morro do Castelo, local privilegiado pela proximidade do rio Carioca, pela proteção da retaguarda por pântanos e lagoas e com a privilegiada visibilidade da barra permitindo a observação do interior da baía e das naus que nela adentrava (Bernades & Soares, 1987).

Ultrapassando a fase estratégica de ocupação militar, se observa a necessidade de ocupação de áreas pantanosas e sujeitas a inundações, que se deu através de aterros e obras de drenagem. Segundo Abreu (1998) os primeiros aterros da cidade foram feitos com o lixo e dejetos da própria cidade, e que viabilizaram a sua expansão sobre brejos, lagoas e o mar.

Nesse contexto, a cidade se urbaniza sem nenhum plano pré-concebido, seu traçado vai se adequando às dificuldades impostas pelo meio. O espraiamento da cidade, no entanto, só acontece a partir do século XIX, formando verdadeiras frentes urbanas nos sentidos sul, norte e oeste estimuladas pelo vertiginoso aumento populacional que se dirigia à capital do Império. Após a ocupação das áreas alagadas e dos brejos situados na planície entre os morros do Castelo, de São Bento, de Santo Antônio e da Conceição, o espaço urbano se amplia para o oeste a partir da praia de Manoel de Brito. Lagoas foram dessecadas, brejos aterrados e abas dos morros desmontadas (Bernades & Soares, 1987).

A formação dos bairros se inicia na segunda metade do século XIX, com a expansão da malha urbana, pelos vales entalhados das encostas dos maciços litorâneos, formando os bairros do Catumbi, Laranjeiras, Rio Cumprido, Tijuca, Botafogo e Gávea. A ocupação dos vales se dava mais nas proximidades dos trechos médios e se configuravam por uma rua principal, geralmente formada ao longo dos terraços dos rios, e algumas pequenas vias transversais. As partes a montante dos vales eram ocupadas de forma rarefeita, os baixos cursos dos rios geralmente alagados e de difícil drenagem formavam amplas planícies impedindo a contiguidade da malha urbana, que só aconteceria após as obras de canalização dos Rios Joana, Maracanã, Trapicheiros e Carioca.

Com a construção da Estrada de Ferro da Central do Brasil (1858), da Estrada de Ferro Rio D'Ouro (1883) e da Estrada de Ferro da Leopoldina (1886) e da Linha Auxiliar (1893) a malha urbana se expande para áreas suburbanas com ocupações dos sopés dos maciços, nas rasas cristas isoladas e nas colinas. As baixadas pantanosas só seriam ocupadas posteriormente, como no caso da Baixada de Manguinhos.

Na administração de Pereira Passos, a cidade passa por profundas transformações visando à modernização e o saneamento do então centro econômico e cultural do País. Ruas e avenidas surgiram, muitas dessas aproveitando os traçados das principais vias, ocasionado desapropriações. A partir daí se inicia um processo acelerado de ocupação das encostas do centro da cidade (Providência, Santo Antônio, São Carlos, Pinto), bairros como Copacabana e Ipanema foram integrados ao espaço urbano com a abertura do túnel do Leme e da Avenida Atlântica e a acessibilidade entre a zona sul e o centro da cidade melhorada com a construção sobre aterros da Av. Beira Mar. Esse processo de grandes transformações se estende até a década de 20.

A cidade hoje constituída está configurada praticamente desde os anos 40 (Abreu, 1987), apresentando áreas de encostas alteradas pela ocupação urbana, planuras impermeabilizadas pelas edificações e vias, em muitos casos antigas áreas de drenagem são ocupadas, alterando os regimes de infiltração e escoamento das águas pluviais, em períodos de chuvas intensas os sistemas de micro e macro drenagem são rapidamente saturados, resultando em enchentes, essa situação ainda pode ser agravada caso as chuvas intensas ocorram simultaneamente com a maré alta (Marques, 1992).

V - Considerações a respeito da circulação da água em nosso planeta

A superfície da terra, com seus aproximados 510 milhões de Km² têm na água o seu material mais abundante. Cerca de três quartos dessa superfície é constituída pelos oceanos, que compreendem 97% (noventa e sete por cento) do total de água disponível no planeta. Os outros reservatórios são as geleiras, às águas subterrâneas, lagos e rios e massa biológica (todo ser vivo).

Apesar da grande abundância de água em nosso planeta, além dos 97% de água salgada dos oceanos, 2,2 % se encontram nas geleiras sobrando para o abastecimento das populações apenas 0,8%, sendo que desse percentual, 3% se encontram superficialmente (rios e lagos) e os 97% restantes correspondem às águas subterrâneas.

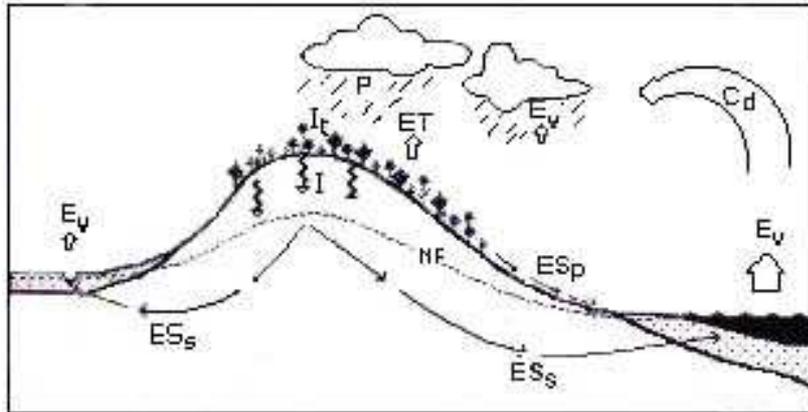
V.1- O Ciclo hidrológico

A água é o único composto que ocorre naturalmente na superfície da terra no estado líquido, sólido e gasoso. Em sua forma líquida é encontrada na superfície e a abaixo da superfície. Na superfície sob forma de chuvas na atmosfera, lagos, rios e oceanos. Abaixo da superfície como água do solo ou aquífero subterrâneo. No estado sólido, como neve e gelo, e em estado de vapor d'água, ocorre em abundância nas camadas inferiores da atmosfera e nas camadas mais superficiais da crosta terrestre.

A mudança do estado físico da água na atmosfera é cíclica, passando do sólido para o líquido pelo descongelamento, de líquido para vapor d'água pela evaporação e de vapor para líquido através da condensação. Esse processo de circulação é denominado de ciclo hidrológico (Coelho Netto, 1994). A Figura 1 mostra o ciclo hidrológico.

Os processos que envolvem o ciclo da água na superfície terrestre são extremamente complexos, estão em parte relacionados ao ciclo da atmosfera, que é considerado um importante veículo de transporte da água, seja sob forma de gotículas dispersas ou sob forma gasosa. A energia que impulsiona esse ciclo provém da energia solar (Leinz & Amaral, 1995).

Figura 1- Movimentos e mudanças do estado da água no ciclo hidrológicos por Coelho Netto (1998).



Ev= evaporação; ET= evapotranspiração; Cd= condensação; P= precipitação; It= interceptação pela vegetação; I= infiltração; Esp= escoamento superficial; Ess= escoamento sub-superficial ou subterrâneo; Nf= nível freático

V.2- Precipitações

Podemos considerar precipitação como o conjunto de águas no estado sólido ou líquido, que cai sobre a superfície da terra e tendo como origem o vapor d'água atmosférico. Dessa forma o termo não diz respeito somente as chuvas, englobando também fenômenos como: neve, granizo, nevoeiro, sereno e geada.

A precipitação no estado líquido, ou seja, a chuva, é de grande importância para os estudos hidrológicos, podendo ter origem em mecanismos de abrangência regional ou local. As chuvas regionais decorrem do choque de massas de ar com propriedades físicas distintas, geralmente resultam do encontro de massas polares e massas de ar mais quentes e úmidas, dando origem às chamadas frentes. Essas frentes desenvolvem chuvas intensas e de menor duração no verão e de menor intensidade e maior duração no inverno.

As chuvas locais estão relacionadas a dois mecanismos: a) movimentos convectivos do ar, pela ocorrência localizada de temperaturas mais elevadas do ar em relação às áreas circundantes e b) ascensão dos fluxos de ar pela presença de barreiras orográficas.

V.3 - Infiltração, armazenamento e geração de escoamento superficial

Quando chove, parte da chuva cai diretamente no solo, parte é interceptada pelas copas das árvores e cobertura vegetal, sendo que parte dessa água volta para atmosfera por evaporação e outra chega ao solo, por gotejamento das folhas ou escoando pelo tronco. Ao atingir o solo, parte da água pode ser armazenada em pequenas depressões, ou se infiltrar, aumentando a umidade do solo ou abastecendo o lençol freático. Quando o solo se satura a água se move em superfície ou em sub-superfície.

A taxa de infiltração pode ser considerada como o índice que mede a velocidade de infiltração da água no solo. Esse processo de infiltração está relacionado à força de gravidade e a capilaridade. As taxas de infiltração variam ao longo da chuva, e tem nas propriedades do solo uma de suas variáveis mais importantes.

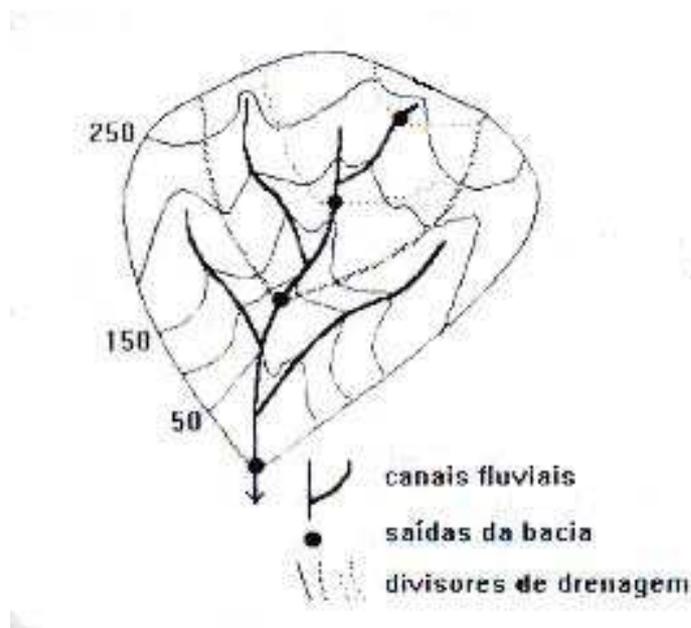
Solos de textura mais grosseira como os arenosos costumam possuir taxas de infiltração maiores do que os argilosos (Guerra, 1994). Outros fatores relativos às propriedades dos solos, podem afetar as taxas de infiltração, como por exemplo, a agregação entre as partículas, solos com grandes agregados e com presença de micro-poros possuem grande capacidade de transmissão, aumentando a taxa de infiltração.

Quando a intensidade da chuva exceder a capacidade de infiltração, ocorre o escoamento superficial (fluxo hortoniano). Alguns estudos indicam que além da relação entre a intensidade da chuva e a capacidade de infiltração, a umidade do solo favorece ao encharcamento acelerando o processo de saturação do solo. Isto explica porque certos solos com baixa capacidade de armazenamento capilar produzem escoamento superficial muito rapidamente, mesmo que sua capacidade de infiltração não tenha sido excedida pela chuva (Guerra, 1994).

V.4 - Bacia de drenagem

Bacia de drenagem pode ser conceituada, como uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum em determinado ponto do canal fluvial. As bacias de drenagem são limitadas por seus divisores de água e são constituídas pelas unidades espaciais nelas inseridas (encostas, topos, cristas, fundos de vales, canais, sistemas de drenagens urbanas etc.). Elas também podem ser divididas em sub-bacias dependendo do ponto de saída considerado (figura 2).

Figura 2 – Bacia de drenagem, segundo Coelho Netto, 1998



A classificação das bacias de drenagem de acordo com o escoamento global, pode seguir a seguinte nomenclatura:

- a) Exorreicas; são aquelas na qual seus cursos de água desembocam no nível marinho.
- b) Endorreicas; são aquelas em que ocorre drenagem interna e não escoam até o mar, desembocam em lagos, dissipam-se nas areias dos desertos ou infiltram-se nas depressões cársticas.

- c) Arreicas; estão relacionadas às áreas desertas, onde ocorrem atividades dunárias intensas, não sendo nítidas as linhas correspondentes aos padrões de drenagem.
- d) Criptorreicas; ocorre quando as bacias de drenagem são subterrâneas, como nas áreas cárnicas. Esse tipo de drenagem pode reaparecer em fontes ou formar redes subterrâneas (Christofolletti, 1980).

As redes de drenagem são configurações no espaço físico, que correspondem ao escoamento superficial da água através de canais. Estas configurações, são resultantes de um conjunto de processos de modelagem da superfície da terra, e seus padrões condicionados pela disposição das camadas das rochas, pela resistência litológica diferencial, pelas diferenças de declives e pela evolução geomorfológica da região (Christofolletti, 1980).

A classificação dos padrões de drenagem é puramente descritiva e tem na bacia de drenagem o seu limite. Os padrões mais conhecidos, segundo Blomm (1979) são: caóticos, dendrítica, treliça, retangular e radial.

O tipo de drenagem caótico corresponde às paisagens recém emersas ou libertas de glaciação com declives suaves e irregulares, onde os cursos vagueiam de forma desordenada por pântanos e lagos. A drenagem do tipo dendrítica é provavelmente o padrão mais comum, a água segue rumos aleatórios indicando falta de controle estrutural ou a presença de rochas erodidas uniformemente. O padrão treliça indica uma rede de drenagem esculpida sobre faixas de rochas sedimentares, indicando presença de dobramentos. A drenagem com padrão do tipo retangular, é caracterizada pela conformação da rede em ângulos retos, indicando o cruzamento de faixas de rocha do embasamento. O padrão radial está relacionado aos cones vulcânicos ou a outras montanhas elevadas e agudas. É importante observar que as águas superficiais representam o manancial de abastecimento de água mais acessível para as necessidades humanas.

Como foi observado anteriormente no item V.3, existe um processo de infiltração relacionado às precipitações, é através dele que são abastecidos os reservatórios de águas subterrâneas, considerado o maior manancial de água potável do planeta. Contendo cerca de 97% da água doce não congelada, esses aquíferos possuem seus limites em áreas próximas das bacias de drenagem superficiais, mas suas dimensões espaciais estão mais ajustadas a controles lito-estruturais do substrato geológico.

Esses aquíferos, quando em contato direto com a atmosfera através de poros são denominados de não-confinado ou livres, ou freático; quando limitado por aquitarde na sua porção superior são denominados de aquífero confinado.

VI – Drenagem urbana

Quando a precipitação atinge a superfície de uma bacia de drenagem, somente uma parcela desse volume escoar superficialmente, outra parte, é retido pela vegetação e edificações, parte atua no processo de saturação do solo, outra preenche depressões da superfície topográfica, outra se infiltra ou evapora. Dessa forma, a água que escoar, denominado de escoamento de deflúvio ou escoamento superficial, seria a relação entre o volume precipitado e o volume escoado (Aisse, 1991).

O coeficiente de escoamento superficial (coeficiente de *runoff*), pode ser calculado através da expressão:

$$C = aby \quad (1)$$

onde a é o coeficiente de dispersão (coeficiente de Frühling) que diz respeito à distribuição desigual das chuvas, às precipitações intensas e de curta duração. Geralmente se restringem às regiões limitadas e com intensidade diferenciadas. O fator b é denominado de coeficiente de retardamento e está relacionado ao tempo em que os diferentes setores contribuintes de uma bacia atingem a seção de vazão, γ é o coeficiente de infiltração e leva em consideração o grau de impermeabilização à superfície da bacia contribuinte (Netto & Alvarez, 1977).

Como forma de atenuar os efeitos das chuvas no espaço urbano, onde a ocupação humana através de ações modificadoras do meio, interfere no regime natural dos cursos d'água, são implementados um conjunto de obras e instalações com a finalidade de escoar as águas pluviais no meio urbano. Os componentes básicos de um sistema de drenagem de águas pluviais são:

- Boca de lobo: utilizado na captação de águas pluviais,
- Tubulações de ligações: destinadas a conduzir as águas captadas pelas bocas de lobo para as galerias ou poços de visitas,
- Caixas de passagem ou caixas de ligações: caixas de alvenaria ou concreto, que permitem a conexão com galeria e tubos de ligações, também é utilizada para se obter um rebaixe no greide da galeria.

- Sistema coletor ou sistema de galerias: conduz as águas pluviais para locais adequados e convenientemente determinados.
- Poços de visitas: dispositivos localizados no sistema coletor, destinados a inspeção e limpeza de canalizações, também utilizado na mudança de greides, direção e diâmetro das tubulações e na conexão do sistema coletor com os tubos de ligação.
- Obras especiais: são dispositivos de proteção, dissipação de energia e etc, destinados aos cursos receptores das águas conduzidas pelos sistemas condutores (Netto & Alvarez, 1977).

VI.1 – Métodos para estimativas de enchentes

A hidrologia pode ser conceituada como o estudo de ocorrência, circulação e distribuição da água na superfície da terra, sendo uma disciplina de contato entre diversas áreas do conhecimento, como: meteorologia, oceanografia, geografia física, geologia e engenharia.

É de interesse da hidrologia a quantificação da relação entre as precipitações e o escoamento superficial, como também a magnitude das variações de tempo de escoamento. Segundo Netto & Alvarez (1977) a avaliação, ou quantificação da água que esco superficialmente em consequência das chuvas é de grande interesse nos projetos de engenharia destinados às construções de usinas hidroelétricas, reservatórios de acumulação, dimensionamento de sistemas de drenagem das águas pluviais urbanas, canais, bueiros, etc.

Para essas finalidades foram desenvolvidos diversos métodos de análise, sendo os mais utilizados: as fórmulas empíricas, os métodos estatísticos, o método racional e os métodos hidrometeorológicos.

VI.1.2 - Métodos empíricos

As formulações empíricas são utilizadas para determinação de picos de cheias, sendo a vazão função das características físicas da bacia, fatores climáticos, etc.

Greager, desenvolveu uma dessas fórmulas em função da área da bacia de drenagem (Pinto,1977).

$$Q = 1.34k' \times \left(\frac{A}{2.59}\right)^{0.936} A^{-0.048} \quad (2)$$

Onde:

Q = vazão em m³/s

K = coeficiente que depende das características fisiográficas da bacia

A = área drenada em Km²

Entre as fórmulas que leva em consideração a precipitação, pode ser citada a fórmula de Iszkwski,(Pinto, 1977).

(3)

$$Q = \frac{KmhA}{1000}$$

Onde:

Q = vazão em m³/s

m = coeficiente que depende da área da bacia

h = precipitação média em mm

A = área da bacia em Km²

A fórmula mais antiga para previsão de enchentes (1913- 1914), foi desenvolvida por Füller baseada nas cheias do Rio Tohicon nos EUA

$$Q = Q_0 (1 + 0.76 \log t) \quad (4)$$

Q = a vazão máxima provável em t anos

Q_0 = a média anual das vazões em máximas absolutas

Posteriormente, Fuller estendeu a sua fórmula para os demais rios, estabelecendo fórmulas empíricas para a previsão de enchentes, como expressão de vazão máxima provável em t anos, sugerindo:

$$Q = Q_0 (1 + 0.8 \log t) \quad (5)$$

Para cálculo de Q_0 seria necessário o de Q_d (média anual das vazões máximas diárias), assim:

$$Q_0 = Q_d (1 + 2.66 A)^{-0.3} \quad (6)$$

VI.1.3 - Métodos estatísticos

Os métodos estatísticos são baseados na relação entre magnitude das cheias e a sua frequência, considerando cheias como o maior débito, descarga ou vazão diária que ocorre a cada ano, ou seja, no período de um ano se registra o dia em que ocorreu em um determinado ponto de um curso de água independente de causar ou não inundações um pico de vazão. Sendo assim, cada cheia representaria um evento anual, que indica a maior vazão registrada em um determinado local e ano, para posterior elaboração das séries anuais no qual constam os valores das vazões anuais por um longo período.

O período de recorrência (Tr), ou tempo de recorrência, ou período de retorno, é definido como sendo o intervalo médio, em anos, dentro do qual ocorre ou é superada uma dada cheia de magnitude Q . Se P é a probabilidade teórica da ocorrência do evento ou ser superada em um ano qualquer, tem-se a relação.

$$Tr = \frac{1}{P} \quad (7)$$

Tendo em vista que geralmente não se conhece a probabilidade teórica P , se realiza uma estimativa a partir da frequência (F) de vazões de enchentes. Tendo como base N anos de observações, em um dado rio, selecionando a maior vazão ocorrida a cada ano obtendo-se a série anual de valores. Com os valores ordenados em ordem decrescente com um número de ordem M (magnitude da vazão) que varia de 1 a n , pode-se calcular a frequência que o valor de (Q) ordem M é igualado ou superado no rol de n anos, que segundo o critério de Kimbal é:

(8)

$$F = \frac{M}{n+1}$$

VI.1.4 - Método racional

Para estimativas de picos de cheias através do Método Racional se emprega a denominada “Fórmula Racional”.

$$Q = CiA \quad (9)$$

Onde:

C = coeficiente de escoamento superficial,

i = a intensidade de uma chuva cuja a duração seja igual ao tempo de concentração da bacia (mm) e

A = área de bacia contribuinte Km^2

Várias fórmulas foram desenvolvidas para o cálculo do tempo de concentração entre estas, Garcez e Alvarez (1977) cita a fórmula de George Ribeiro.

(10)

$$T = \frac{16L}{(1.05 - 0.2p) \times (1005)^{0.004}}$$

Onde:

T = tempo de concentração (min),

L = desenvolvimento do talvegue (Km),

s = declividade média do talvegue (m/m) e

p = relação entre área coberta de vegetação e área total da bacia.

A determinação do coeficiente de escoamento está relacionada às características locais, sendo assim empregadas fórmulas definidas em função: da intensidade das chuvas, das temperaturas médias, do percentual de impermeabilização e da forma da bacia (Garcez & Alvarez, 1977).

Os autores sugerem para a determinação desse coeficiente a Fórmula de Horner.

$$C = 0.364 \log t + 0.0042p - 0.145 \quad (11)$$

Onde:

p = porcentagem de impermeabilização e

t = tempo de duração das chuvas

VI.I.5 - Métodos hidrometeorológicos

Esse método objetiva quantificar valores limites de vazão de enchentes, a partir da avaliação da máxima precipitação fisicamente possível sobre a bacia hidrográfica, utilizando-se para esse fim além das informações climáticas disponíveis e da aplicação de métodos da hidrologia, como a definição do hidrograma unitário da bacia de drenagem, adotam-se também alguns princípios da meteorologia baseados no conceito da máxima precipitação provável (MPP).

Como máxima precipitação provável entende-se a capacidade de uma chuva fictícia produzir os máximos valores prováveis (ou possíveis) de precipitação, para qualquer duração, sobre uma determinada área, oriundos de eventos de várias naturezas (chuvas

frontais, convectivas ou orográficas). Para se conhecer a máxima precipitação provável é adotado o seguinte critério:

- 1) Relação das maiores precipitações que tenham ocorrido numa determinada área ou que poderia ter ocorrido, considerando-se condições meteorológicas distintas.
- 2) Superestimar através de maximização essas precipitações, em função de eventos meteorológicos críticos que pudessem ocorrer na região.
- 3) Transposição de dados sobre precipitações para regiões que apresentem uma certa homogeneidade do ponto de vista meteorológico e possuam similaridades do ponto de vista do ambiente físico, mas não possuam dados meteorológicos.
- 4) Através dos cálculos dos valores críticos de altura-duração, define-se a máxima precipitação provável de uma região (Garces & Alvares, 1977).

VII - Deslizamentos de encostas

Aos movimentos de massas do solo sobre um embasamento saturado de água denomina-se de deslizamento, um conjunto de variáveis como: inclinação da vertente, quantidades e frequência das precipitações, presença ou não de vegetação, entre outros, podem desencadear esse processo (Guerra, 1993) que se caracteriza por sua velocidade. As ações antrópicas que implicam em usos não adequados das encostas, muitas vezes são responsáveis por esse processo que resulta geralmente em perdas de vida.

Diante de um contínuo processo de intemperismo, transporte e acúmulo desse material ao longo das encostas e em particular onde o declive é mais suave, esse movimento secular pode resultar no aumento do talude natural, quando esse talude é trabalhado pelo homem geralmente na abertura de estradas ou para construção de moradias na base das encostas, esses fatores associados à situação de fortes chuvas provocam a ruptura do equilíbrio existente, acarretando os deslizamentos de espessas camadas de solos e rochas intemperizadas.

VII.1 – Movimento de regolito

O termo que designa todos os movimentos gravitacionais do manto das rochas alteradas da superfície do solo ao longo das encostas, é denominado “movimento de regolito”, esse movimento tem na força da gravidade seu componente mais importante. A presença da água atua nesse processo através da redução do coeficiente de fricção em função da lubrificação das partículas de rochas alteradas e por aumentar o peso da massa rochosa (Bloom, 1976); (Christofolletti, 1980).

Esses movimentos podem ser classificados por fatores relacionados a quantidade de água ou gelo agindo como lubrificantes; natureza do movimento e velocidade do movimento, essa velocidade pode ser imperceptível ou atingir dezenas de metros por segundo. Os mais importantes movimentos de regolitos são:

- a) rastejamentos – são movimentos imperceptíveis das partículas dos vários horizontes do solo, que diminui gradualmente com a profundidade;
- b) solifluxão e fluxos de lamas – são movimentos coletivos do regolito quando esse encontra-se saturado de água, ao atingir o limite de fluidez parte dessa massa flui em forma de lama pela encosta podendo atingir velocidades de poucos decímetros por hora;
- c) avalanche – é o movimento de regolito de maior velocidade, no qual um grande volume de material que pode ser neve ou fragmento de rochas desliza pelas encostas, geralmente começa com a queda livre de uma massa rochosa ou de gelo que ao pulverizar-se passa a correr em grandes velocidades podendo atingir grandes distâncias;
- d) deslizamento – é o movimento de regolito mais característico do Sudeste do Brasil, está associado as chuvas intensas e prolongadas e também aos declives acentuados das vertentes, o risco de ocorrência desse fenômeno será objeto de análise no capítulo XI;
- e) desmoronamentos – é o deslocamento rápido de um bloco resultante de algum processo que produza vazios nas bases das vertentes, geralmente está associado aos solapamentos das bases das falésias e das margens de rios ou de cortes das encostas para implantação de estradas e rodovias.

VIII -A leptospirose

A leptospirose é uma doença aguda, causada por espécie de leptospiras-espiroquetas originárias de animais, que causam ao homem infecções de curso septicêmico e lesivos ao rim, fígado e sistema nervoso central (S.N.C), assumindo intensidade clínica variável desde formas benignas, anictéricas, até as graves que causam hemorragias e alta taxa de letalidade (Tiriba, 1984).

No homem, a primeira descrição detalhada da leptospirose data de 1886, Weil publicou um estudo denominado “Sobre uma estranha doença infecciosa aguda acompanhada de tumefação no baço, icterícia e nefrite”, com base na observação de quatro casos clínicos em seres humanos, sendo denominada por Goldschmidt como Doença de Weil em 1887 (Pereira, 1989); (FNS, 1997).

Atualmente seu caráter universal aponta ocorrências endêmicas em focos naturais que envolvem alterações desordenadas do sistema ecológico. A partir de transformações no meio-ambiente, os agentes da leptospirose antes restritos às suas cadeias nativa, se disseminaram para novas áreas. Seus hospedeiros primários, usualmente roedores selvagens transmitiram-na a partir da convivência com outros animais sinatrópicos e/ou domésticos e ao homem, considerado um hospedeiro acidental, acredita-se que a concentração de animais domésticos podem ter contribuído para difusão do parasita no ambiente (Côrtes, 1993).

A ocorrência da leptospirose de forma endêmica se dá mais em países tropicais e subtropicais, e ela pode ter o caráter tanto de doença ocupacional (agricultores, tratadores de animais, cortadores de cana, limpadores de esgotos, etc.) como social, tendo em vista que as localidades onde populações de baixa renda residem, não possuem infra-estrutura de saneamento (falta de coleta regular de lixo, rede de esgoto, água encanada, ruas sem calçamentos), é em períodos de chuvas intensas que geralmente ocorrem os picos epidêmicos.

Fatores de ordem ambiental também estão relacionados com o processo de disseminação da doença. Leptospiras patogênicas sobrevivem até 180 dias em ambiente

com pH entre 7,2 a 7,4, não sobrevivem por mais de 10 minutos à temperaturas superiores a 56° C, a 100° C morre em 10 segundos, sendo porém extremamente resistentes ao frio e mesmo ao congelamento, podendo sobreviver até 100 dias a -20 °C, Já as soluções ácidas limitam sua motilidade (FNS, 1997).

VIII.1 - Etiologia

A leptospirose tem como agente etiológico um grupo de microorganismos espiralados que medem em torno de 0,1 μ de espessura por 0,6 μ de comprimento. Possuem corpo celular com alta flexibilidade, o que propiciam movimentos característicos de grande motilidade, sem auxílio de flagelo externo. Geralmente uma ou ambas extremidades da célula possuem aspecto morfológico em forma de gancho (Pereira, 1989).

Com observações realizadas através de microscópio eletrônico, foram obtidos maiores detalhes referentes à estrutura celular dos microorganismos causadores da leptospirose.

A morfologia peculiar das Leptospiras que lhe confere grande motilidade, associada ao seu reduzido diâmetro, permite a sua passagem através de membranas filtrante com porosidade entre 0,1 e 0,45 μ (Pereira, 1989). Solos lamacentos e água estagnada, são ambientes propício para sua difusão e contágio, necessitando de um animal hospedeiro para sobreviver, geralmente um roedor como o rato. No animal, é encontrado na urina e nos rins, onde não geram lesões, excretando o agente por meses ou anos (Tiriba, 1984).

Os dois complexos do gênero *Leptospira* são: *Spirochaetas interrogans*, de Simon (1907), constituída por leptospiras parasitas e patogênicas confirmadas como leptospira por Nogush (1928) e Sellards (1940), e *Spirochaeta biflexa* (Wolbach e Binger, 1914) saporótidas de vida livre encontradas geralmente em águas doces de superfície.

VIII.2 - Modos de transmissão

Segundo Pereira (1989) a contaminação do homem pela leptospira pode se processar de forma direta, através do contato com o sangue contaminado, órgãos ou urina de animais infectados, ou indireta, decorrente da exposição a um ambiente contaminado. A urina dos

animais infectados representa o veículo primário de transmissão do animal para o homem, sendo a via indireta a mais freqüente.

O contato com o ambiente contaminado pela urina dos animais portadores da leptospira é o modo de transmissão mais comum, e se dá através da penetração dos microorganismos na mucosa (ocular, digestiva, respiratória, genital) e da pele que apresente lesões ou em condições que favoreçam a dilatação dos poros, em função da permanência prolongada em coleções de águas contaminadas (Vasconcelos, 1993).

O elo hídrico tem sido enfatizado freqüentemente no processo de difusão da doença, em especial quando diz respeito a ocorrência de chuvas intensas associadas às enchentes, São comuns estudos que abordem a espacialidade e temporalidade da leptospirose, associando índices pluviométricos ao número de internações (Ko et al., 1999).

O rato de esgoto “*Rattus norvegicus*” é considerado o principal transmissor dessa zoonose ao homem que residem nas regiões tropicais e subtropicais das regiões metropolitanas, apesar de outros animais também serem hospedeiros de leptospiras e atuantes no processo de transmissão dessa doença (bovinos, suínos, eqüinos e caprinos).

Na cidade do Rio de Janeiro a Leptospirose humana se torna mais freqüente a partir da década de 60, ocorrendo a grande epidemia epidêmico no ano de 1966 em decorrência das chuvas torrenciais seguidas de inundações (Gonçalves, 1993).

Como pode ser observado através de dados da Secretaria Municipal de Saúde, (Tabela 1), nos anos de 1988 e 1996, anos de chuvas intensas entre os meses de dezembro e março, (Brandão, 1988), houve um alto índice dessa endemia na cidade.

Tabela 1 - Série temporal dos casos de leptospirose no município do Rio de Janeiro

		1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
M E S E S	1	1	2	7	3	7	6	17	35	7	7	8	26	52	102
	2	2	3	6	293	6	5	12	22	6	5	15	695	21	32
	3	5	3	9	186	6	12	13	10	15	15	14	939	9	33
	4	7	1	8	7	9	13	41	7	9	6	10	43	8	20
	5	4	3	5	4	2	27	9	6	9	4	11	30	6	23
	6	3	1	3	14	3	7	5	5	2	5	4	12	3	4
	7	1	4	0	12	1	3	4	8	8	12	5	9	3	9
	8	2	0	8	6	7	7	1	2	8	6	6	11	7	12
	9	2	3	4	6	5	5	1	3	6	7	3	12	4	8
	10	1	2	3	0	2	6	5	3	9	8	3	15	6	77
	11	2	1	9	3	3	4	5	6	2	2	11	21	2	14
	12	2	1	4	2	1	2	1	5	6	10	11	17	5	7
		TOT	32	24	66	536	52	97	114	112	87	87	101	1830	126

	.														
--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Fonte - Secretaria Municipal de Saúde do Rio de Janeiro

No do ano de 1996 quando ocorreu a maior epidemia de leptospirose da cidade, as notificações dessa doença já eram tabulados por endereço do paciente, o que veio facilitar a localização geográfica dos casos e consequentemente o uso desses dados para estudos que utilizem técnicas de geoprocessamento.

IX - Geoprocessamento e os SIGs

Com a expansão na área de informática que ocorreu nas últimas décadas, são desenvolvidos diversos sistemas de processamento de dados, como o banco de dados, estruturas CAD-CAM, assim como o aperfeiçoamento de tecnologia de aquisição de dados espaciais com sensoriamento remoto e Posicionamento Global por Satélite - GPS. Nesse processo também se deu o desenvolvimento do geoprocessamento, que seria o processamento de dados que operaria dados e informações espaciais referenciadas a um sistema de coordenadas (Sistema de Projeção Universal transversa de Mercator - UTM, geográficas, polares, etc.), associado ou não a um banco de dados convencional.

O termo geoprocessamento foi definido por Xavier-da-Silva e Souza (1987) como um conjunto de procedimentos computacionais que, operando sobre as bases de dados geocodificadas ou, sobre um banco de dados geográficos, executa análises, reformulações e sínteses sobre os dados ambientais disponíveis.

A ferramenta para viabilização do geoprocessamento, seriam os SGI (Sistemas Geográficos de Informação), ou seja, o conjunto de softwares e hardware capazes de processarem dados e informações geográficas comportando as seguintes características:

- A integração em uma única base de dados, informações (cartográficas, censitárias, cadastros fundiários, sensores remotos e modelos numéricos do terreno);
- Gerar mapeamentos combinados, articulando vários níveis de informação através de algoritmos específicos;
- Consultar e recuperar os conteúdos da base de dados geocodificados através de plotters e monitor (Câmara, 1993).

A utilização do termo Sistema Geográfico de Informações (SGI), se deu na metade da década de 60, em função de duas preocupações diferentes. No Canadá foi proposto como forma de aplicação de computadores e equipamentos periféricos (principalmente o scanner) para o processamento das informações mapeadas que estavam sendo coletadas para o levantamento do uso da terra, e para serem utilizadas a fim de avaliar as áreas disponíveis

para determinados tipos de uso. Nos Estados Unidos, aproximadamente no mesmo período, pesquisadores procuravam soluções referentes ao acesso de diferentes tipos de dados necessários para modelos de transporte em grandes escalas, e conceberam o SIG como sendo um sistema capaz de extrair dados em um banco de dados, tornando-os possíveis de serem analisados, e os resultados apresentados através de mapas (Chistofolletti, 1999).

A capacidade de tratamento de dados e informações espaciais inerentes ao SIG, se diferenciam do sistema CAD (Computer Aided Design), pelo fato desse último representar um instrumento de desenho digital e não ter sido concebido para fins específicos para a área do geoprocessamento, apesar de possuírem um conjunto de procedimentos que podem ser utilizados em conjunto com os SIG, como na digitalização de mapas e cartas (Teixeira et al., 1992).

IX.1- Estruturas e representações de dados espaciais

As estruturas de representações de dados espaciais, utilizados no geoprocessamento, podem ser classificadas em geométricas e não geométricas, onde as não-geométricas, correspondem aos dados como: nome, população, atividade econômica etc., e as geométricas que descrevem atributos de um elemento, como posições, e sua relação de vizinhança com outros elementos (topologia). Estas podem ser divididas em estruturas raster ou matricial e estrutura vetorial.

Na estrutura raster ou matricial, o espaço é representado por uma malha com linhas verticais e horizontais espaçadas regularmente, formando células denominadas pixels ou quadrículas. A dimensão desses pixels define a resolução da malha, que seria a mínima representação possível dos atributos espaciais (Teixeira, 1992).

Para representação de um elemento espacial, a estrutura vetorial possui grande precisão, esse método considera o espaço geográfico contínuo e que as coordenadas dos pontos são matematicamente precisas conforme postulados da Geometria Euclidiana.

IX.2 – O geoprocessamento na área da saúde

Na atualidade, as técnicas de geoprocessamento vêm sendo empregadas em vários ramos do conhecimento, desde que envolvam análises espaciais. Na área da saúde, estudos que procuram correlacionar dados de saúde, socioeconômicos, demográficos e ambientais acoplados a uma base territorial podem utilizar várias metodologias de análise.

No estudo sobre a espacialidade da dengue na cidade do Rio de Janeiro, Medronho (1993), desenvolveu um algoritmo tendo como unidade territorial, as regiões administrativas da cidade, utilizando conceitos metodológicos desenvolvido por Xavier-da-Silva & Carvalho Filho (1993), realizou assinaturas ambientais, avaliações ambientais e criação de cenários.

Barcellos & Bastos (1996) abordam questões referentes à utilização do geoprocessamento em estudos epidemiológicos, levando em conta as dificuldades de adequação das bases cartográficas (escala e resolução) com os sistemas de notificação sobre saneamento, qualidade do ar, óbitos e morbidade, por estes não comportarem unidades espaciais coincidentes.

Em estudo sobre condição de saúde e estratificação social, Szwarewald et al. (2000), utiliza uma base de dados geográficos, tendo como unidade espacial de análise, as regiões administrativas da cidade do Rio de Janeiro, associados a um banco de dados de morbidade e mortalidade no período entre 1987 a 1995 e a dados censitários. Através do SIG MapInfo, foram gerados mapas temáticos relacionando indicadores de saúde e condições socioeconômicas. Nessa análise, também foram consideradas as áreas com maior concentração de favelas.

Brookers. et al. (2000), utilizaram técnicas de geoprocessamento para a criação de um atlas destinado a estudos epidemiológicos através de mapeamentos da distribuição espacial das infecções por helmintos no Saara africano

Estudos relacionados às questões sanitárias, em especial a contaminação dos corpos hídricos, vem incorporando, cada vez mais métodos de geoprocessamento. Em seu estudo, sobre a concentração do alumínio no tratamento da água potável, Cech & Montera

(2000) utilizam uma estrutura SIG para comparar a água de abastecimento com fontes alternativas, provenientes de lençóis não explorados em uma mesma região geográfica.

A utilização de dados censitários nos estudos de saúde pública baseados em técnicas de geoprocessamento, tem contribuindo para um maior entendimento da espacialização das endemias, em especial casos em que o componente da estratificação social tenha relevância. Esses dados e informações estão associados a porções do espaço geográfico que são agregadas a partir da coleta de dados domiciliares, sendo a unidade mínima de agregação denominada de setor censitária.

Em estudo sobre a estratificação social no município do Rio de Janeiro Najar (1998), emprega uma malha de setores censitários digitalizada com o software AutoCad e o SIG ArcInfo. O autor desenvolve um método de agregação de polígonos censitários que possuam relações segundo variáveis socioeconômicas, criando cartogramas, em formas de mosaicos sobre o bem estar social, com gradações de cluster usando uma escala nominal. No desenvolvimento desse método foram utilizadas as estatísticas de dispersão de Moran (Moran Scatterplot), estatística pontual de Moran (local Moran) e a estatística Gi de Getis.

Torres (1998) através da combinação de dados censitários e ambientais, aplica uma metodologia, na qual apontam, níveis de estratificação socioeconômico, demográfico e ambiental em uma periferia de São Paulo aparentemente homogênea. Demonstrando com o seu método que a população mais carente no contexto de pobreza observado na localidade estudada, está mais exposta a degradação ambiental urbana.

Adotando como base geográfica uma malha de setores censitários dos bairros de Santa Cruz e Sepetiba na zona oeste da cidade do Rio de Janeiro e o Sistema de Informações Geográfico (SIG), Barcelos & Sabrosa (2000) definiram áreas de riscos de ocorrência da leptospirose considerando as condições ambientais no surto da doença ocorrido em 1996. Os autores verificaram que as áreas com maiores incidência da doença, eram aquelas mais sujeitas a inundações e próximas a concentração de lixo doméstico.

X - Metodologia

A metodologia adotada no presente estudo teve como base, análises de variáveis do meio físico (altimetria, geomorfologia, hidrologia e declividade) associadas a fatores correspondendo a ocupação humana do espaço urbano (uso do solo urbano, proximidade de favelas, proximidade dos cursos de água e proximidade de casos notificados de leptospirose), o conjunto de variáveis foram processados através de geo-estatística para análise, da ocorrência de enchentes, deslizamentos e casos de leptospirose. Para operacionalização dos dados, foram utilizadas técnicas de geoprocessamento através do Sistema Geográfico de Informações SAGA-UFRJ, utilizando-se os conceitos de análise ambiental para utilização em SGIs apresentados a seguir.

Inventário Ambiental – Consiste no levantamento das condições ambientais vigentes em uma certa extensão espacial em uma ou várias ocasiões. Nesse processo, são enumerados e classificados as características ambientais provenientes dos mapas temáticos, sendo através deste instrumental metodológico, criados os modelos digitais do ambiente que compreende os dados cartográficos (Banco de Dados Geográficos – BDG), associados ou não a dados alfanuméricos (Banco de Dados Convencional – BDC) (Xavier-da-Silva & Carvalho Filho, 1993).

Os BDG possuem localizações espaciais definidas matematicamente através de projeções cartográficas ou a sistemas de coordenadas cartesianas ou polares sendo assim classificados como georreferenciados. Já os armazenados nos BDC não precisam possuir direta expressão territorial, como por exemplo: o nome da rua, na qual ocorreu um caso de leptospirose, conforme notificação do SINAN.

Assinaturas – A utilização desse conceito no geoprocessamento é análogo ao de assinaturas espectrais empregados no Sensoriamento Remoto para identificação de alvos, em decorrência das respostas físicas a uma incidência de energia, sendo esse conceito, definido por Xavier-da-Silva & Souza (1987), para utilização em SGI como “uma associação de

características naturais e sociais encontrada no seu lugar de ocorrência. A possibilidade de extração dessas características, em termos de qualidade e quantidade, é função da disponibilidade de um mecanismo de acesso a uma base geocodificada que contenha dados relevantes para assinatura desejada. “

Riscos Ambientais – Os estudos de riscos ambientais se enquadram nos procedimentos metodológicos das avaliações ambientais, que seriam ‘um conjunto de técnicas de apoio a decisão fundamentada em operações lógicas e aritméticas diversas, as quais permitem considerações de fatores crucialmente relevantes de problemas reais ou hipotéticos’. (Xavier-da-Silva & Souza, 1987). As avaliações ambientais diretas seriam os primeiros resultados provenientes da combinação dos dados originais, o algoritmo a ser empregado no presente estudo destina-se a análise dos riscos ambientais relacionados as chuvas intensas no espaço urbano.

(12)

$$R = \sum_{i=1}^n (PGI \cdot PEI), \text{ onde:}$$

R = riscos ambientais

n = número de parâmetros considerados

PGI = probabilidade geral de cada um dos parâmetros (pesos)

PEI = probabilidade específica de cada categoria pertinente a cada parâmetro (notas)

X.1- Inventário ambiental e técnicas utilizadas no mapeamento digital

Foram utilizadas diversas técnicas visando a transformação de documentações cartográficas provenientes de várias fontes (IBGE, IPP, Iplan-Rio e GEO-RIO) e em várias formas de armazenamento (mapas digitais, mapas de papel e planilhas eletrônicas) para bases de dados digitais Geocodificada e Georreferenciada no formato raster representando os mapas temáticos digitais (Banco de Dados Geográficos) de: altimetria, declividade, geomorfologia, uso do solo, drenagem, favelas e ruas com casos de leptospirose.

O mapa digital de altimetria teve como base os dados cartográficos digitais na escala de 1:2000, fornecidos pelo IPP (Instituto Pereira Passos da Secretaria Municipal de Urbanismo do Rio de Janeiro), de onde foram feitos os inventários das informações altimétricas a partir das curvas de nível a cada 1 (um) metro de diferença de nível até a cota de 5 metros, a partir dessa cota foram inventariadas curvas a cada 5 (cinco) metros, para esse procedimento utilizou-se primeiramente o software Autocad 14, onde foram gerados 64 arquivos no formato (dxf) abrangendo a área estudada, posteriormente esses arquivos foram agrupados em um único arquivo através do software Surfer 6.0 e transformado em arquivo no formato (tif), o último passo do pré-processamento do mapa de altimetria para a utilização no Sistema Geográfico de Informação SAGA/UFRJ que se deu através da utilização do aplicativo do TIFF2RST, foi a transformação do arquivo TIF para o formato raster com resolução de 5 metros e escala de 1:25000, formato este adotado pelo Sistema utilizado no presente estudo.

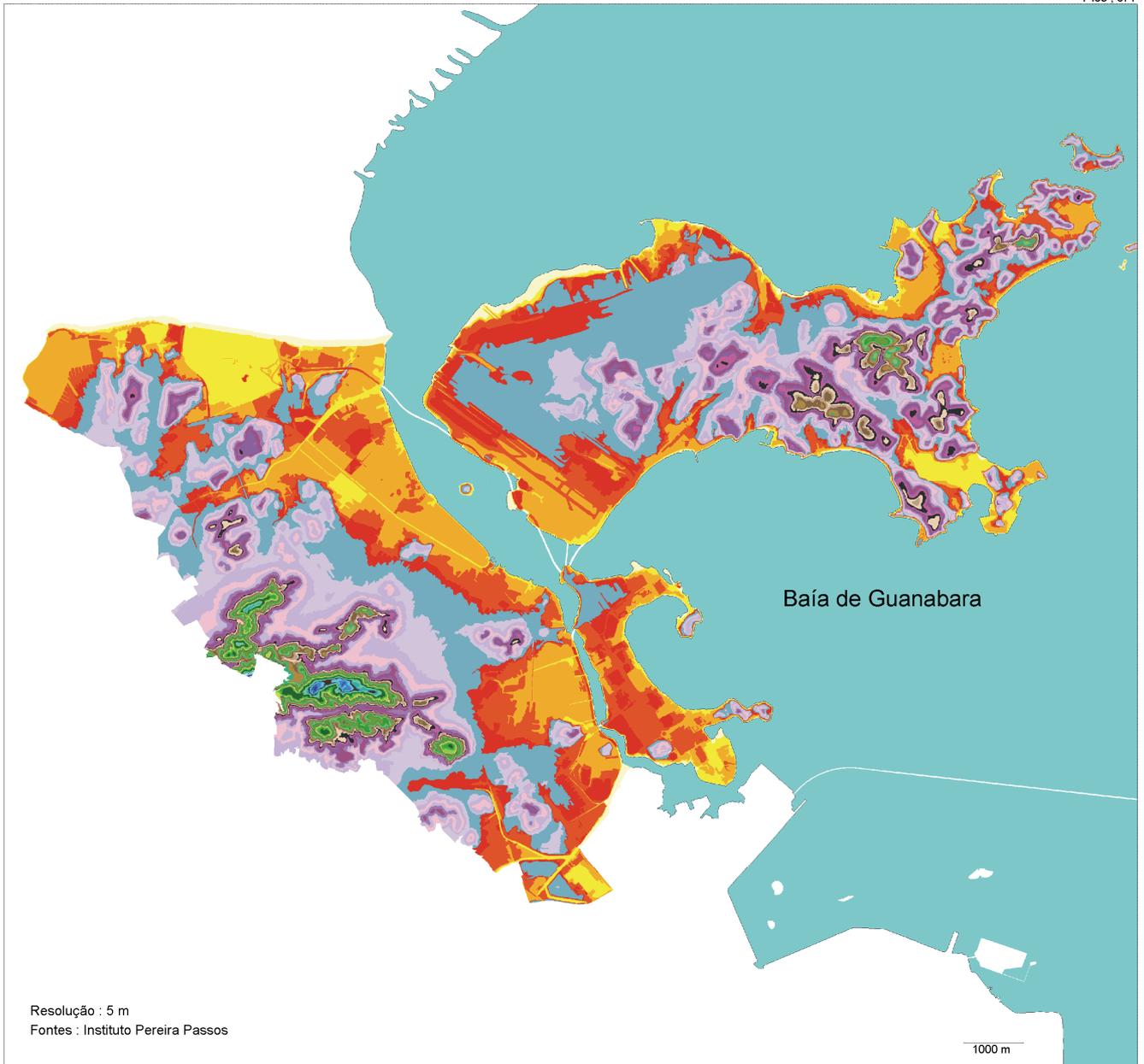
A partir da elaboração do mapa raster de altimetria utilizou-se o aplicativo traçador vetorial do Sistema Geográfico de Informações - SAGA/UFRJ, para edição das faixas altimétricas, que também serviram de base para edição dos mapas digitais de declividade e geomorfologia (Cartograma 1).

O mapa digital de declividade foi gerado a partir da transformação direta do mapa raster de altimetria utilizando-se para esse fim o SIG ER Mapper versão 6.0, onde foram inventariados os intervalos de declives: de 0 a 2%, de 2 a 5%, de 5 a 10%, de 10 a 15%, de 15 a 25%, de 25 a 50%, 50 a 100% e acima de 100%. (Cartograma 2)

Procedimentos de edição vetorial do módulo TRACAVET do SAGA-UFRJ foram utilizados na definição das feições geomorfológicas onde foram inventariados e editados os seguintes itens: encostas residuais com espessura menor que 2m, colinas residuais com espessura menor que 2m, encostas de talús, cortes e taludes, barrancos, blocos e mataões, aterros, areais, planuras, vales, leitos fluviais, alagados, várzeas, praias atuais, manguezais e canais (Cartograma 3).

As técnicas utilizadas na criação do mapa de uso dos solos foram semelhantes às empregadas na geração do Banco de Dados Geográficos de altimetria, exceto o fato deste não ter sido realizado o processo de identificação de feições através do traçador vetorial TRACAVET, sendo essa identificação feita de forma automática através do

conversor tiff2rst. Nesse contexto, foram inventariados as seguintes feições, praias e polígonos de areia, áreas urbanas edificadas, unidades de saúde, unidades de ensino, matas,



7465 ; 671

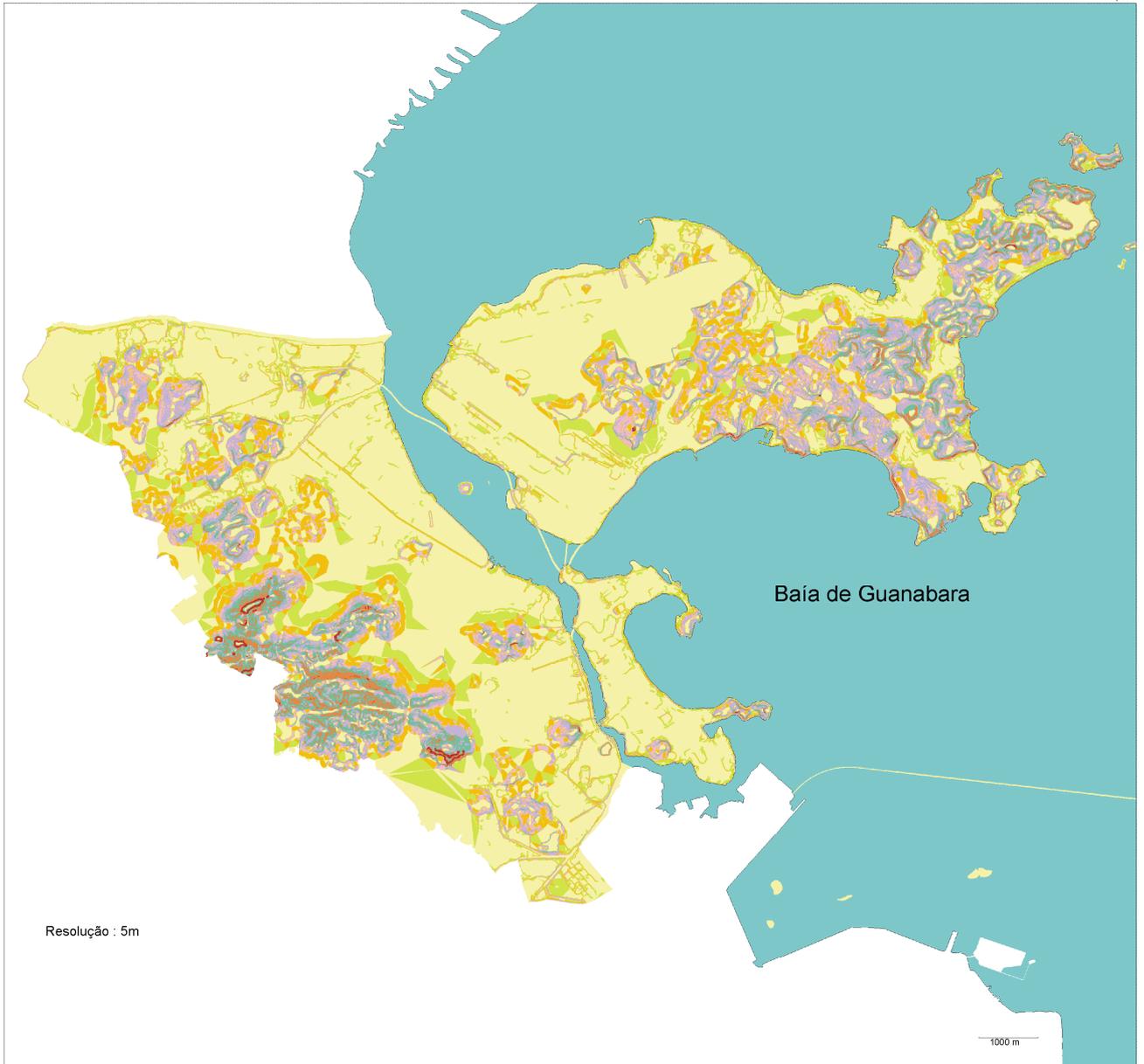
Legenda :

- 0 a 1m
- 50 a 55m
- 100 a 105m

Faixas Altimétricas de Referência

Cartograma 2 - Declividade

7483 ; 690



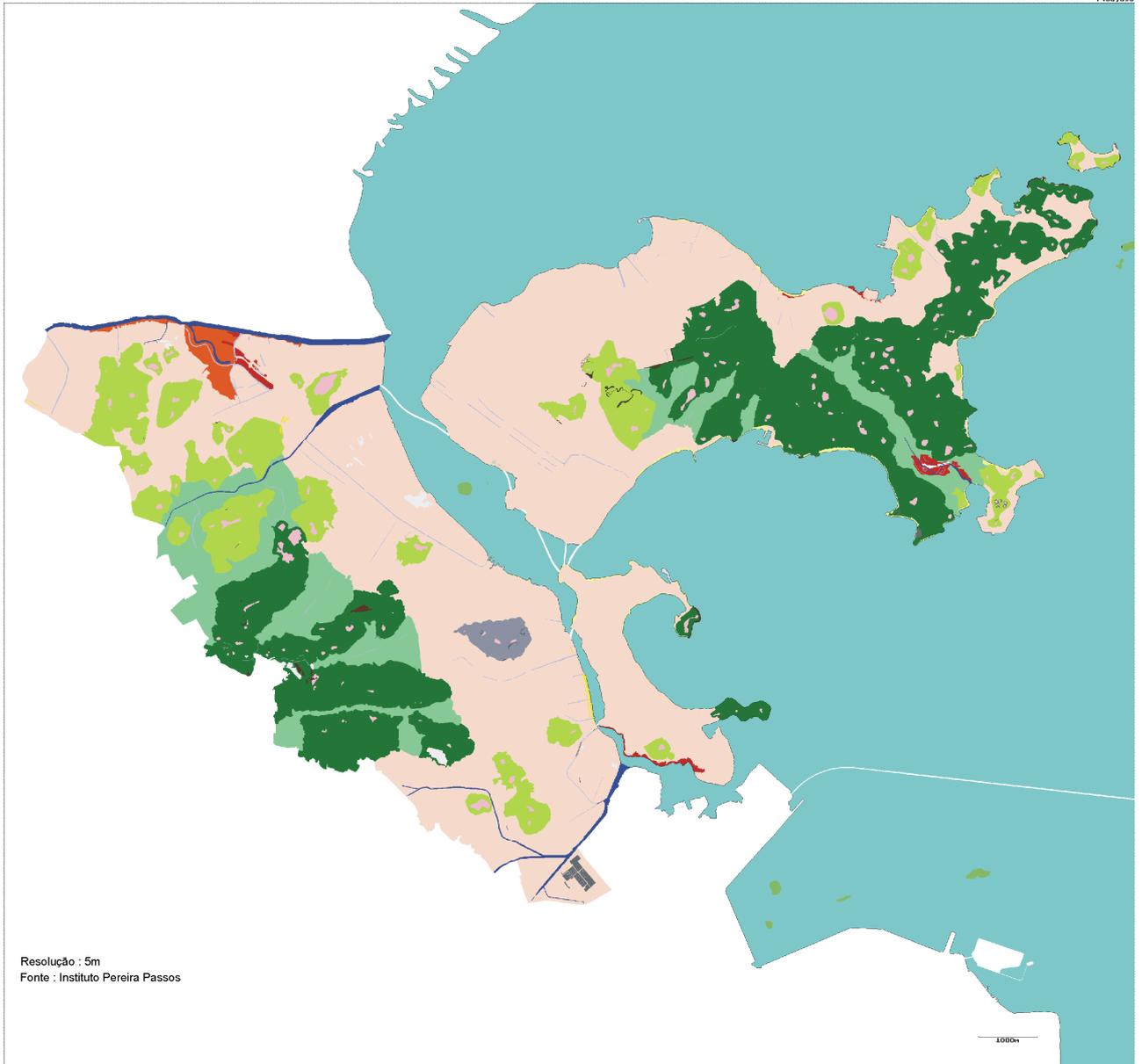
7465 ; 671

Legenda

- 0 - 2 %
- 2 - 5 %
- 5 - 10 %
- 10 - 15 %
- 15 - 25%
- 25 - 50%
- 50 - 100 %
- > 100 %
- Baía de Guanabara
- Area fora de analise

Cartograma 3 - Geomorfologia

7403,690



Legenda :

- | | |
|--------------------------------|------------------------|
| ■ Encostas residuais esp. < 2m | ■ Topos |
| ■ Colinas residuais esp. < 2m | ■ Alagados |
| ■ Encostas de talus | ■ Áreas |
| ■ Planuras | ■ Manguezais |
| ■ Canais | ■ Praias atuais |
| ■ Vales | ■ Barrancos |
| ■ Movimento de terra | ■ Pontas de areia |
| ■ Cortes e taludes | ■ Baía de Guanabara |
| ■ Blocos e matacoes | ■ Área fora de análise |
| ■ Aterros | ■ Ilhas residuais |
| ■ Varzea | ■ Linha de costa |
| ■ Leito fluvial | |

macegas, bosques, capoeiras, vias pavimentadas, aeroporto, aeroporto/pista, caminhos, calçamentos, vias sem calçamento, ferrovia, cemitério, valas, rios e riachos, linha vermelha, av. brasil, favelas, alagados, brejos, praças, uso misto (Cartograma 4).

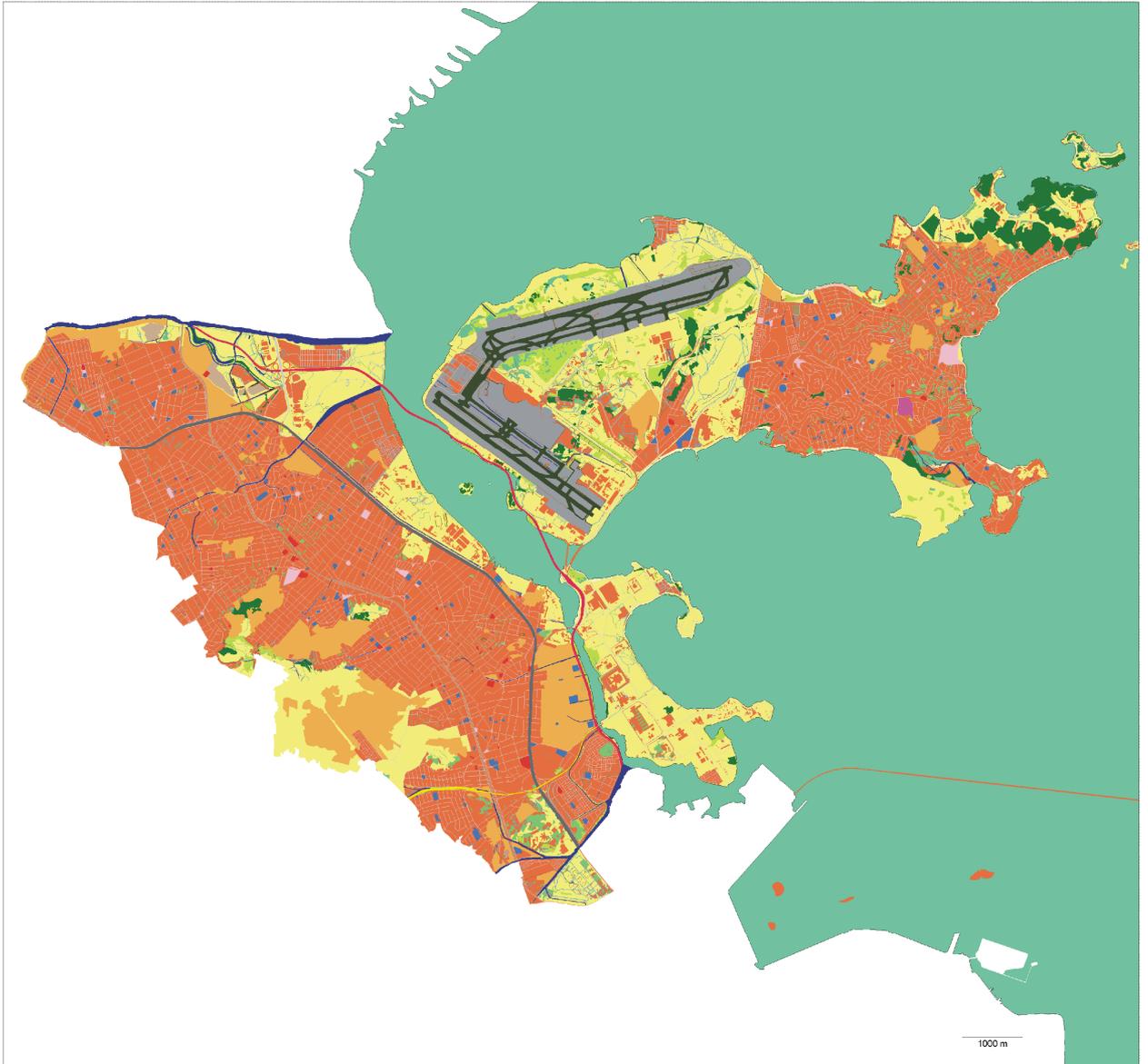
A criação dos mapas digitais de Ruas se procedeu de forma diferenciada dos demais, sendo empregada para esse fim os métodos de entrada de dados digitais via scanner, montagem das partes capturadas e o georreferenciamento em coordenadas UTM através do aplicativo MENTRADA e vetorização pelo aplicativo TRACAVET, todos esses programas componentes do SAGA-UFRJ. Os dados cartográficos usados nesse processo foram provenientes da carta topográfica do Iplan-Rio de 1976 nas escalas de 1:25000. Concomitante a criação do mapa digital de ruas foi criado um banco convencional com os nomes das ruas no próprio sistema (SAGA-UFRJ).

Ao mapa de ruas também foi associado a um banco de dados convencional com extensão DBF com endereços dos casos de leptospirose ocorridos no ano de 1996 fornecidos pela Secretaria Municipal de Saúde. Também foram criados mapas de proximidades de favelas, drenagem e casos de leptospirose, que foram utilizados de forma mais efetiva na análise dos riscos de leptospirose (Cartogramas 5, 6 e 7).

X.2 – Assinaturas ambientais realizadas

Adotou-se a metodologia de assinatura ambiental na definição de áreas de risco da ocorrência da leptospirose. Para utilização dessa técnica foi criado um mapa digital identificando as ruas onde ocorreram casos de leptospirose (SINAN). Foi eleito o ano de 1996 devido à ocorrência de intensas chuvas (Brandão, 1998) e maior epidemia da doença registrada na história da cidade (Baran, 2000).

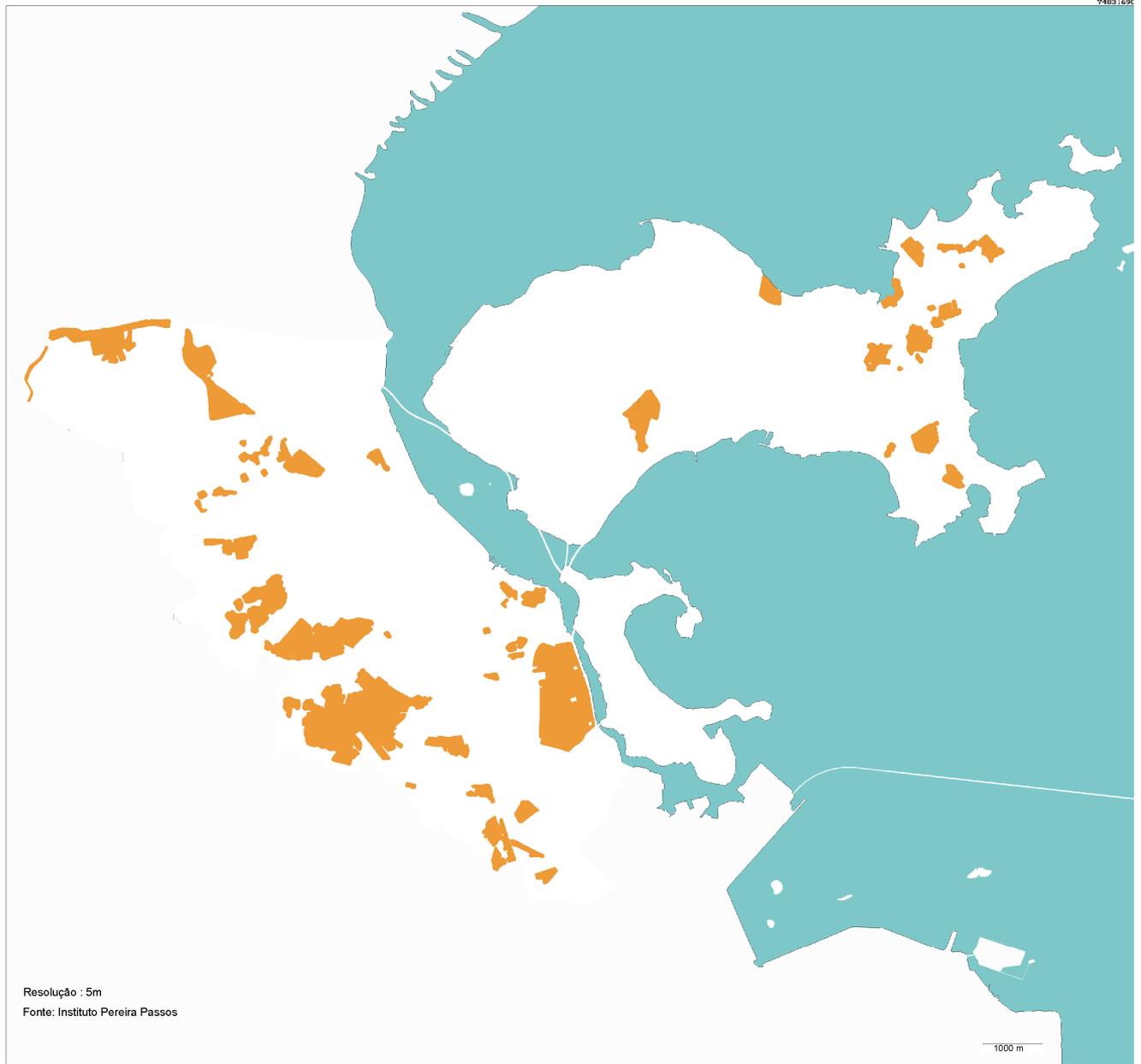
Após a criação do mapa digital indicando as ruas onde ocorreram casos de leptospirose no ano base de 1996, foram realizados cruzamentos dessas informações com informações a cerca da situação ambiental inventariadas nos mapas temáticos de altimetria, declividade, geomorfologia e uso atual do solo.



7465 : 671
 DATA: 24/7/10
 RESOLUÇÃO: 5m
 FONTES:
 Instituto Pereira Passos

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Praias e poligonos de areia ■ Areas urbanas edificadas ■ Linha de costa ■ Unidades de saude ■ Valas ■ Rios e riachos ■ Linha Vermelha ■ Canais ■ Linha Amarela ■ Matas ■ Aeroporto ■ Calcanentos ■ Vias sem calcanentos ■ Av. Brasil ■ Caminhos | <ul style="list-style-type: none"> ■ Bosques ■ areas urbanas edificadas ■ Ferrovia ■ Cemiterios ■ Unidades de ensino ■ Praças ■ Macegas ■ Brejos ■ Capoeiras ■ Vias pavimentadas ■ Aeroporto/pista ■ Favelas ■ Baia de Guanabara ■ Área fora de analalise ■ Uso misto ■ Rod. Washington Luis |
|---|--|

Cartograma 5 - Proximidades de Favelas



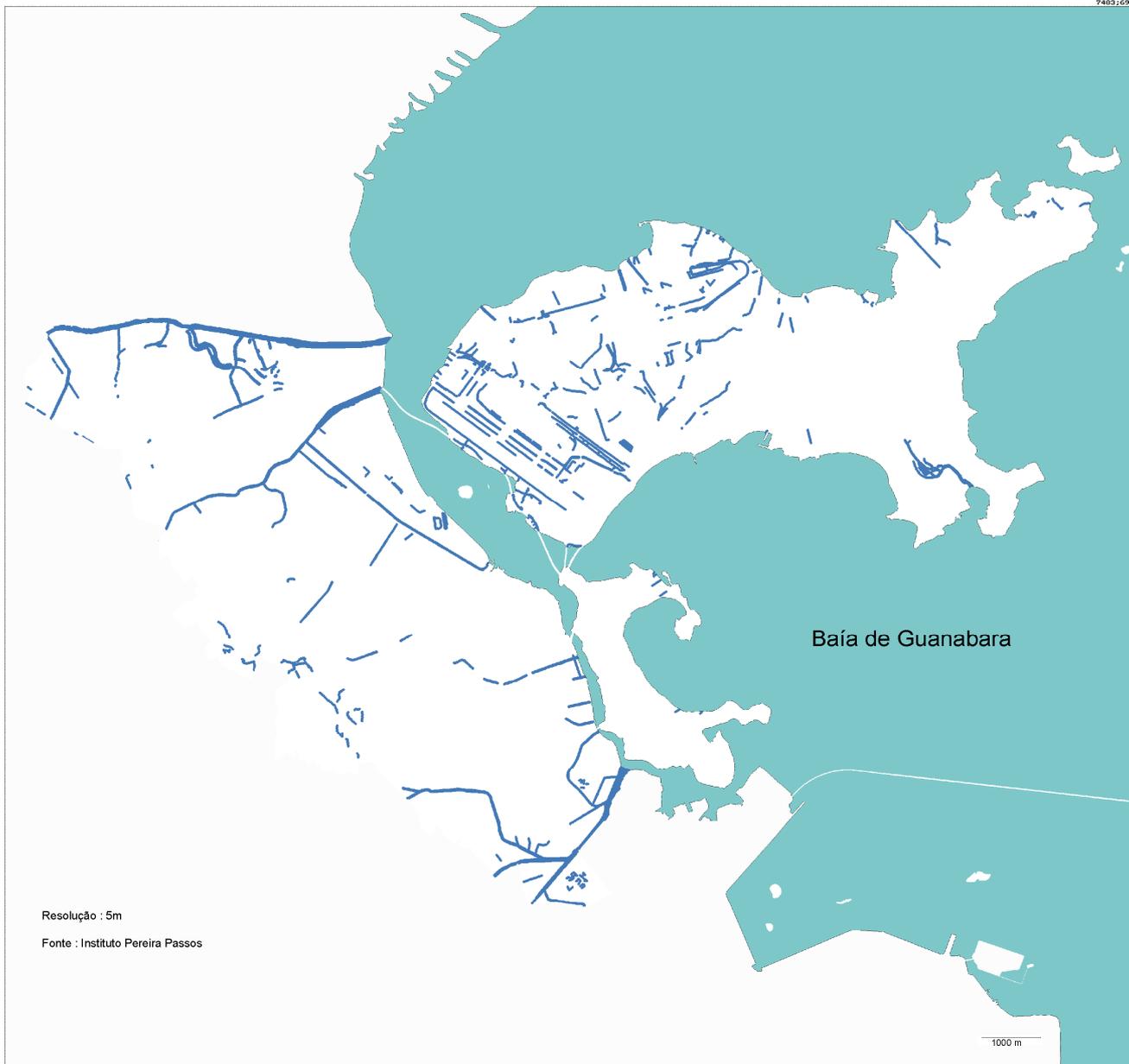
7485 : 671

Legenda:

■ Favelas

Cartograma 6 - Proximidade de Drenagem

7465;690



7465 ; 671

Legenda

 Drenagem



7465,671

Legenda:

■ Ruas com casos de leptospirose

X.3 – Avaliação ambiental e análise de risco

Para realização das análises de riscos foi utilizado o módulo de Análise Ambiental do SAGA / UFRJ, esse módulo permite a combinação de até 12 (doze) camadas superpostas de mapas digitais, desde que estes estejam georreferenciados e compreendidos em uma mesma área. Nesta etapa foram atribuídos pesos aos mapas e notas aos seus atributos.

Na análise de risco de enchentes foram utilizados os seguintes cartogramas digitais por ordem de importância: geomorfologia, declividade, altimetria, uso do solo e proximidade de drenagem.

Em relação ao uso das categorias altimetria e declividade, que são bastante usuais em trabalhos na área da geografia física e geologia, porém geralmente interpretadas como sendo a mesma categoria por muitos profissionais, se faz necessário a seguinte observação: o mapa digital de altimetria é baseado em curvas de nível, que é uma forma matemática de representação do relevo através de isolinhas que unem pontos de mesma altitude tendo uma referência, geralmente o nível médio dos mares (Spartel, 1987), enquanto o mapa digital de declividade representa as rampas através de percentuais de inclinação (1%, 5%, 10% e etc.) ou grau de inclinação (10°, 15°, 20° e etc.) e não estão relacionados a planos de referência, um declive suave como por exemplo o de 1% pode ocorrer em qualquer faixa altimétrica inclusive nas altas encostas.

A não consideração de uma dessas categorias na análise sobre riscos de enchentes, pode resultar em vários equívocos, como por exemplo, ao se ignorar a categoria altimetria, o pesquisador está supondo que toda área de rampas suaves são sujeitas a enchentes, inclusive ao longo das encostas incluindo os topos, por outro lado a não observância da categoria declividade supõe que rampas acentuada em baixas altitudes não dispersam as águas por estarem em baixa altitude.

Para o estudo de áreas de riscos de enchentes, a associação dessas duas categorias foram utilizadas por Goes (1988) e Bergamo (1999).

Na análise de risco de deslizamentos foram utilizados os cartogramas digitais de declividade, geomorfologia, uso atual do solo e altimetria, segundo a ordem de relevância.

Para a análise de risco de leptospirose foram utilizados os cartograma digitais de riscos de enchentes – que já fora resultado da combinação vista anteriormente –,

proximidade de casos de riscos de leptospirose, proximidade de favela, uso do solo, proximidade de drenagem.

No que diz respeito à utilização de um mapa de proximidade de casos de leptospirose, esse foi elaborado baseado em princípios básicos da geografia como o de localização e extensão, portanto foram utilizados casos de ruas em que ocorreram notificações de casos de leptospirose no ano de 1996 período, como já citado, ocorreram chuvas intensas e a maior epidemia de leptospirose da cidade, e que manifestou-se em determinadas localidades em virtude de uma conjunção de variáveis. A tentativa de mapeamento das possíveis fontes de contaminação dessa doença baseou-se nos casos notificados por endereço das pessoas contaminadas pela leptospira, tendo em vista que as notificações dos dados do SINAN geralmente omitem o item – local de exposição –. A não observância desse relevante parâmetro para o entendimento da disseminação da leptospirose no presente seria como virar as costas para o passado e o passado, como argumenta Santos (1982), passou como história mais não como espaço.

XI – Análise e discussão

Os riscos ambientais a serem enfocados a seguir, dizem respeito a relação entre o escoamento da água em eventos de chuvas torrenciais onde serão delimitadas áreas com probabilidades da ocorrência de enchentes, deslizamentos e casos de leptospirose. A apresentação dos resultados será feita através de cartogramas aferido a uma escala nominal com as seguintes classes: altíssimo risco, alto risco, médio risco, baixo risco e baixíssimo risco.

XI.1 - Análise de risco de enchentes

A ocupação da região AP3.1, mas especificamente a área ao longo da estrada de ferro da Leopoldina, ocorreu primeiramente através da divisão de antigas glebas, da ocupação nas baixas encostas da Serra da Misericórdia e das baixas colinas e posteriormente com a ocupação das áreas aterradas para construção da Av. Brasil no final da década de 40 quando é observada uma maior valorização da região que se estende entre a linha férrea e a Av. Brasil através da implantação de algumas indústrias que intensificaram a migração para essa região, sendo dessa forma ocupadas áreas de mais difícil acesso como os mangues, áreas inundáveis e encostas íngremes, ocorrendo na região, além da expansão da malha urbana, um acentuado processo de favelização. A Ilha do Governador se incorpora ao processo de urbanização somente após a sua ligação ao continente pela Ilha do Fundão em 1952.

No que concerne a vulnerabilidade às enchentes dessa região devem ser considerados fatores como: as extensas áreas planas de baixo gradiente de declividade e de altitude próximo ao nível do mar entre as áreas mais elevadas (encostas e colinas) e a Baía de Guanabara, as áreas de várzeas alteradas ao longo do Rio São João do Meriti, a proximidade de cursos d'água canalizados, a ocupação humana próximo à manguezais e as ações antrópicas decorrente de aterros dos manguezais visando a ocupação humana (Vila do João e Vila Pinheiro), de aterros de parte da Baía de Guanabara (Cidade Universitária, Aterro do Cocotá e Linha Vermelha). Esses foram alguns dos fatores considerados na

análise de estimativa das enchentes na região AP3.1, para qual foram realizadas ponderações conforme as tabelas que se seguem.

Tabela 2 - Geomorfologia

Geomorfologia	Peso = 25%	Notas
Encosta residuais com espessura < 2,00m		2
Colinas residuais com espessura < 2,00m		2
Encostas de talús		2
Planuras		9
Canais		10
Vales		7
Movimento de Terra		2
Cortes e taludes		2
Blocos e matacões		2
Aterros		2
Várzea		10
Leito fluvial		10
Topos		1
Alagados		10
Erosões		2
Anfiteatros		2
Areais		4
Manguezais		10
Praias atuais		5
Areais		4
Barrancos		2

Tabela 3 - Declividade

Declividade	Peso =25%	Notas
0 a 2%		10
2 a 5%		7
5 a 10%		5
10 a 15%		4
15 a 25%		3
25 a 50%		1
50 a 100%		0
Acima de 100%		0

Tabela 4 – Proximidade de drenagem

Proximidade	Peso = 15%	Notas
Drenagem (20 metros)		10

Tabela 5 – Altimetria

Altimetria	Peso = 20%	Notas
0 a 1 metro		10
1 a 2 metros		10
2 a 3 metros		9
3 a 4 metros		8
4 a 5 metros		8
5 a 10 metros		7
10 a 15 metros		6
15 a 20 metros		6
20 a 25 metros		5
25 a 30 metros		4
30 a 35 metros		3
35 a 40 metros		3
40 a 45 metros		2
45 a 50 metros		2
50 a 60 metros		1
60 a 70 metros		1
70 a 80 metros		1
80 a 90 metros		0
90 a 100 metros		0
Acima de 100 metros		0

Tabela 6 – Uso atual do solo

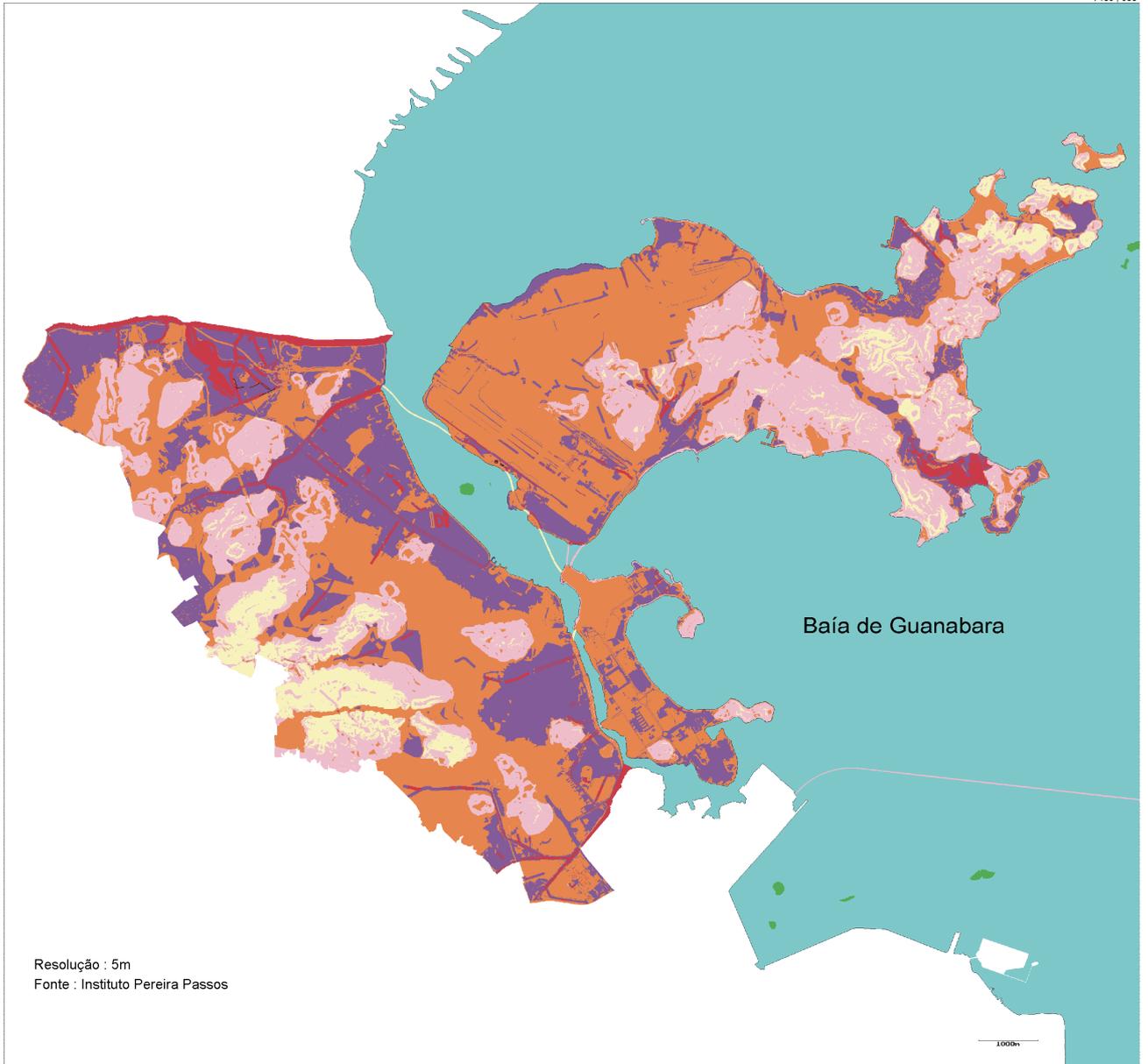
Uso atual do solo	Peso = 15	Notas
Áreas edificadas		9
Favelas		10
Unidades de saúde		6
Unidades de ensino		6
Calçamentos		9
Matas		3
Capoeiras		3
Macegas		3
Bosques		3
Aeroporto		1
Praças		9
Valas		9
Canais		9
Rios e riachos		9
Vias pavimentadas		9
Vias sem calçamentos		9
Caminhos		9
Cemitérios		4
Av. Brasil		10
Linha Vermelha		1
Ferrovias		1
Uso misto		5
Linha de costa		1

Altíssimo risco de enchentes

Essas áreas foram avaliadas com 9 e 10 pontos numa escala ordinal de 0 a 10. Estas são constituídas geralmente por planuras com altitudes inferiores a 5 metros, com baixo gradiente de declividade, alta densidade de edificação, ao longo de cursos d'água canalizados e em favelas assentadas em áreas de mangues e várzeas alteradas. As localidades mais representativas dessa categoria foram as seguintes: Vila dos Pinheiros, Vila do João, Vila Residencial da Cidade Universitária, Favela Parque União, Favela Nova Holanda, Favela da Maré, Av. Brasil I (entre a Favela Parque União e Av. dos Campeões – Ramos), Av. Brasil II (entre a Colônia dos Pescadores da Praia de Ramos e o Canal do Rio Irajá), Favela Bráz de Pina, Av. Arapogi (Bráz de Pina), Favela Proletário de Vigário Geral, Favela Parque Jardim Beira Mar (Vigário Geral), Bairro Jardim América entre o Canal do Rio dos Cachorros e o Rio Acari, Favela Bairro Proletário do Dike (Jardim América), Parque Proletário Furquim Mendes (Jardim América), entre a Rua Debusy o Rio dos Cachorros e o Rio São João do Meriti (Jardim América), Favela Marcílio Dias (Penha Circular), ao longo do Canal Gruçai (Penha), Favela Colônia dos Pescadores Alm. Gomes Pereira (Jequiá - Ilha do Governador), área urbanizada entre o Morro da Tapéra e o Morro do Ouro (Zumbi - Ilha do Governador), área urbanizada entre a base das encostas do Morro do Dendê, e do Parque Manoel Bandeira (Cocotá - Ilha do Governador), área urbanizada ao longo da Av. Ilha das Enxadas (Bancários / Tauá - Ilha do Governador), área urbanizada que contorna a colina residual da Favela Parque Proletário dos Bancários e segue margeando a base das encostas do Morro do Dendê e Morro do Barão (Cartograma 8).

Alto risco de enchentes

Essas áreas foram avaliadas com 8 pontos na escala ordinal de 0 a 10. Compreende a maior faixa de terra, situada no conjunto das planuras, alcançando as bordas dos vales e as bases das encostas, geralmente se localizam em altitudes inferiores a 15 metros e em gradientes de declividade menores do que 2%, possuindo tanto extensões com grande densidade de edificações, como áreas pouco densas como caso da Cidade Universitária e o Aeroporto Internacional do Galeão, em relação ao aeroporto vale



7465 : 671

Legenda:

- Baixissimo Risco de Enchentes**
- Baixo Risco de Enchentes**
- Medio Risco de Enchentes**
- Alto Risco de Enchentes**
- Altissimo Risco de Enchentes**

mencionar, que apesar de ser analisado como um local de alto risco de enchentes, possui um sistema de drenagem apropriado ao seu funcionamento, que tende a atenuar os problemas de enchentes decorrentes das chuvas torrenciais. As localidades mais representativas dessa categoria são aquelas contíguas a de ocorrência de altíssimo risco e as que seguem no sentido aos pés das encostas da Serra da Misericórdia, do Morro do Caricó, do Morro de Bonsucesso e das baixas colinas na Região da Leopoldina.

Médio risco de enchentes

Essas áreas foram avaliadas com 7 pontos na escala ordinal de 0 a 10. Geralmente situadas nos vales e nas baixas encostas aonde o gradiente de declividade não exceda a 15% e a altitude seja inferior a 25 metros, são extensões com grande densidade de área edificada exceto parte da Cidade Universitária e do Aeroporto Internacional do Galeão.

Baixo risco de Enchentes

Essas áreas foram avaliadas com 5 e 6 pontos na escala ordinal de 0 a 10. São faixas situadas nas médias encostas com gradiente de declividade inferior a 25% e altitude geralmente superiores à faixa de 45 metros, os topos apesar de não possuírem essas características no que diz respeito ao gradiente de declividade foram enquadrados nessa categoria.

Baixíssimo risco de Enchentes

Essas áreas foram avaliadas com 2, 3 e 4 pontos na escala ordinal de 0 a 10. Ocorrem geralmente a partir das médias encostas das serras e colinas, possuindo gradientes de declividade superiores a 25% e altitudes geralmente superiores a 45 metros.

XI.2 – Análise de risco de deslizamentos

Os riscos relacionados aos deslizamentos de encostas na região da AP3-1 em episódios de chuvas torrenciais, estão associados a um conjunto de fatores entre estes os litoestruturais, pedológicos e morfoestruturais considerados como fatores passivos por Goes (1988), e que segundo a autora controlariam os mecanismos de movimento de massa.

Em decorrência das sucessivas ações antrópicas (fatores ativos) relacionadas à ocupação das encostas da região da Leopoldina, Cidade Universitária e Ilha do Governador, assim como a exploração destas através de desmontes destinados entre outros fins aos aterros das áreas pantanosas das baixadas da própria região, a construção da Av. Brasil, Cidade Universitária e Aterro do Cocotá que tiveram um grande aporte de material retirado das encostas adjacentes, outro fator de desestabilização das encostas são os assentamentos humanos que implicam em cortes, desmatamentos e revestimentos, que alteram profundamente o sistema das encostas, a associação dos fatores passivos, ativos, entre os assentamentos humanos, as favelas, em áreas de forte gradiente de declividade, sem estrutura urbana e sanitária, são as áreas mais suscetíveis a deslizamentos.

Dessa forma a análise das áreas sujeitas aos deslizamentos considerou através da associação dos dados digitais mapeados fatores como encostas com gradientes de declividade superiores a 25%, ocorrência de blocos e matacões, ocupação urbana das encostas em especial as favelas, áreas erodidas, áreas desmatadas e a altitude superior a 30 metros, como os parâmetros mais significativos. A seguir poderão ser observadas as tabelas referentes aos pesos dos parâmetros declividade, geomorfologia, uso atual do solo, altitude e as respectivas notas das categorias pertinentes.

Tabela 7 - Declividade

Declividade	Peso =35%	Notas
0 a 2%		0
2 a 5%		1
5 a 10%		2
10 a 15%		4
15 a 25%		5
25 a 50%		8
50 a 100%		10
Acima de 100%		10

Tabela 8 - Geomorfologia

Geomorfologia	Peso = 20%	Notas
Encosta residuais com espessura < 2,00m		9
Colinas residuais com espessura < 2,00m		7
Encostas de talús		10
Planuras		0
Canais		2
Vales		3
Movimento de terra		8
Cortes e taludes		8
Blocos e matacões		8
Aterros		6
Várzea		0
Leito fluvial		0
Topos		3
Alagados		1
Erosões		8
Areais		4
Manguezais		0
Praias atuais		0
Areais		4
Barrancos		10

Tabela 9 - Altimetria

Altimetria	Peso = 20%	Notas
0 a 1 metro		0
1 a 2 metros		0
2 a 3 metros		1
3 a 4 metros		1
4 a 5 metros		1
5 a 10 metros		2
10 a 15 metros		2
15 a 20 metros		3
20 a 25 metros		3
25 a 30 metros		4
30 a 35 metros		4
35 a 40 metros		5
40 a 45 metros		5
45 a 50 metros		6
50 a 60 metros		6
60 a 70 metros		6
70 a 80 metros		7
80 a 90 metros		8
90 a 100 metros		10
Acima de 100 metros		10

Tabela 10 – Uso atual do solo

Uso atual do solo	Peso = 15	Notas
Áreas edificadas		9
Favelas		9
Unidades de saúde		6
Unidades de ensino		6
Calçamentos		5
Matas		3
Capoeiras		3
Macegas		3
Bosques		3
Aeroporto		3
Praças		5
Valas		0
Canais		0
Rios e riachos		0
Vias pavimentadas		8
Vias sem calçamentos		10
Caminhos		8
Cemitérios		4
Av. Brasil		0
Linha Vermelha		0
Ferrovias		1
Uso misto		5
Linha de costa		1

Altíssimo risco de deslizamentos

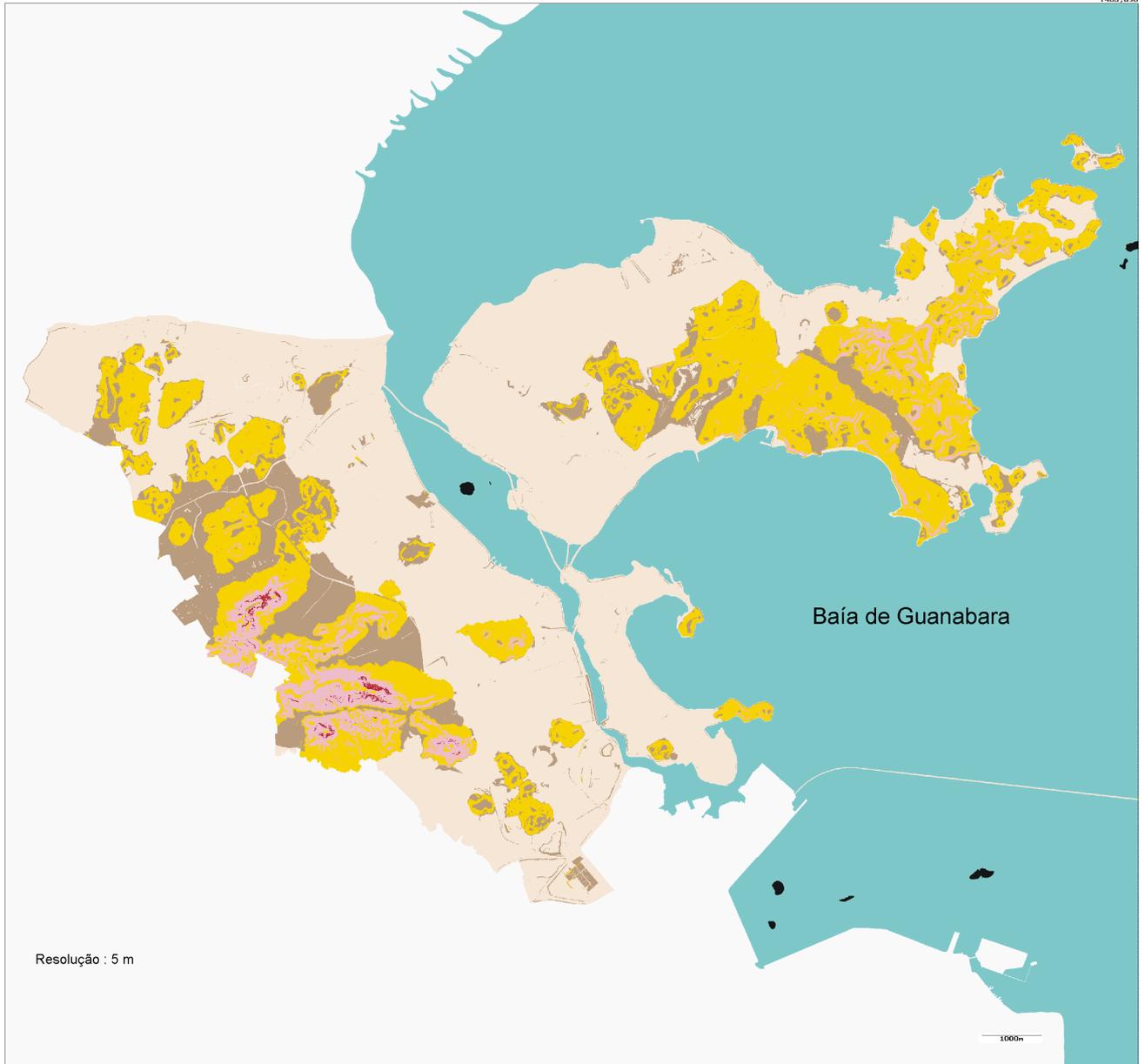
Essas áreas foram avaliadas com 9 e 10 pontos na escala ordinal de 0 a 10. Correspondem as encostas íngremes com alto gradiente de declividade geralmente acima de 50% e nas altitudes mais elevadas da região a partir de 80 metros, associadas à ocupação por favelas. As localidades mais representativas dessa situação se encontram nas encostas da Serra da Misericórdia no Complexo do Alemão (Favela do Morro do Alemão, Favela Joaquim Queiroz e Favela Vila Natinha), em Bonsucesso na Favela do Morro do Adeus, na Penha (Favela do Cariri, Favela Vila Cruzeiro, Favela do Morro do Carçoço, Favela do Morro do Sereno) (Cartograma 9).

Alto risco de deslizamentos

Essas áreas foram avaliadas com 7 e 8 pontos na escala ordinal de 0 a 10. Também se localizam nos domínios das encostas com forte gradiente de declividade, mais notadamente a partir de 25%, no que concerne a altitude em certos casos foram localizadas já na baixa encosta em cotas a partir 3 metros, fatores como áreas edificadas, áreas de uso misto, taludes e movimento de terra contribuíram na delimitação desses espaços que além da contiguidade com as áreas de altíssimos riscos predominantes na Serra da Misericórdia surgem nas encostas íngremes das colinas residuais da zona da Leopoldina, nas encostas da Cidade Universitária e da Ilha do Governador (Morro do Dendê, Morro do Barão, Morro do Ouro, Morro do Cabeceiro, Morro da Cacúia, Morro da Tepera, Morro do Boqueirão, Morro do Bananal, Morro do Matias e Bancários). Pequenas parcelas de áreas residenciais com boa infra-estrutura urbana como os Bairros Jardim Guanabara e Jardim Carioca se enquadraram nessa categoria.

Cartograma 9 - Riscos de Deslizamentos

7483,690



7465,671

Legenda

- Baixíssimo Risco de Deslizamento
- Baixo Risco de Deslizamento
- Médio Risco de Deslizamento
- Alto Risco de Deslizamento
- Altíssimo Risco de Deslizamento

Médio risco de deslizamento

Essas áreas foram avaliadas com 5, 6 e 7 pontos na escala ordinal de 0 a 10. Correspondem às encostas com gradientes de declividade relativamente suaves superiores a 15% e inferiores a 25%, possuem altitude bastante variável desde os pés das encosta ao seu topo e se encontram em todo sistema de encosta da região.

Baixo risco de deslizamento

Essa áreas foram avaliadas com 3 e 4 pontos na escala ordinal de 0 a 10. Constituem as porções mais suaves da encosta com gradientes de declividade entre 5 e 10% e se encontram em baixas altitudes, nos altos e médios vales e colinas residuais.

Baixíssimo risco de deslizamento

Essas áreas foram avaliadas com 0, 1 e 2 pontos na escala ordinal de 0 a 10. Pertencem ao domínio das planuras com gradientes de declividade inferiores a 5% e altitudes inferiores 10 metros, possuem grande extensão territorial relativa à região estudada, só não são encontradas nas interfaces encosta litoral.

XI.3 - Análise de risco de leptospirose

Os comentários a respeito do risco de leptospirose desenvolvidos nessa análise, estão relacionados aos episódios de chuvas intensas, mas especificamente aquelas que provocam inundações das vias urbanas e de residências, ocasionando a transmissão do agente contagioso através da via hídrica ou de contaminações decorrentes da saída dos roedores de seus abrigos, forçando um contato mais próximo com as populações que residem em áreas sujeitas a inundações.

O ponto de partida para elaboração de um mapa de risco da ocorrência da leptospirose na região da AP3.1, foi a criação de um mapa digital que indicasse áreas com probabilidade de risco de enchentes. O segundo passo foi identificar e relacionar as ruas em que ocorreram casos da doença no ano 1996, a escolha desse ano foi devido às altas taxas de pluviosidade ocorrida nesse ano, e também ao fato dos casos da doença estarem tabulados por endereço domiciliar. Para região da AP3.1, foram notificados 43 casos de leptospirose pela Secretaria Municipal de Saúde, desse total 75% ocorreram nos meses de janeiro e fevereiro período de chuvas intensas segundo Brandão (1996), no entanto só foram encontrados nas documentações (Mapa do Rio Lista, Carta Topográfica do IPLANRIO-1979, Guia Quatro Rodas-RJ-1998, Rio Mapas – Instituto Pereira Passos) 26 ruas, que foram usadas para criação do mapa de proximidade de casos de leptospirose, onde considerou-se uma faixa de 40 metros ao logo da rua representando o raio de ação do principal transmissor o rato de esgoto “*Rattus Novergicus*”.

Aos parâmetros, riscos de inundação e proximidades dos casos de leptospirose, foram adicionados os de proximidade de favelas (40 metros) e proximidade de drenagem (20 metros). Com a utilização da técnica de Assinatura Ambiental observou-se uma maior relevância da proximidade de favelas na ocorrência da leptospirose. Foi reutilizado o parâmetro uso atual do solo que já constava na análise de risco de enchentes como forma de reduzir algumas distorções provenientes dos mapas de proximidade em virtude das grandes áreas vazias com a categoria fundo.

Ao contrário das análises de riscos de enchentes e deslizamentos na região da AP3.1, onde se pode garantir que nas condições climáticas atuais não haveria riscos de enchentes em encostas acima de 40 metros, ou deslizamentos nas planuras, em relação à ocorrência

da difusão da leptospirose não seria conveniente classificarmos áreas com baixíssimo risco, dessa forma não consta da análise de riscos de leptospirose essa classe. As tabelas que se seguem correspondem aos pesos dos parâmetros considerados mais significativos e as respectivas notas das categorias.

Tabela 11 – Riscos de enchentes

Riscos de Enchentes	Peso = 35	Notas
Altíssimo risco de enchentes		10
Alto risco de enchentes		7
Médio risco de enchentes		5
Baixo risco de enchentes		3
Baixíssimo risco de enchentes		2

Tabela 12 – Proximidades de casos de leptospirose

Proximidade de casos de leptospirose	Peso = 35	Notas
Casos de leptospirose		10

Tabela 13 – Proximidades de favelas

Proximidade de favelas	Peso = 15	Notas
Favelas		10

Tabela 14 – Proximidades de drenagem

Proximidade de drenagem	Peso = 5	Notas
Drenagem		10

Tabela 15 – Uso atual do solo

Uso atual do solo	Peso = 10	Notas
Áreas edificadas		10
Favelas		10
Unidades de saúde		7
Unidades de ensino		7
Calçamentos		9
Matas		2
Capoeiras		2
Macegas		2
Bosques		2
Aeroporto		3
Praças		9
Valas		14*
Canais		15*
Rios e riachos		16*
Vias pavimentadas		10
Vias sem calçamentos		10
Caminhos		10
Cemitérios		4
Av. Brasil		10
Linha Vermelha		3
Ferrovia		3
Uso misto		4
Linha de costa		2

* as notas acima de dez são bloqueadas

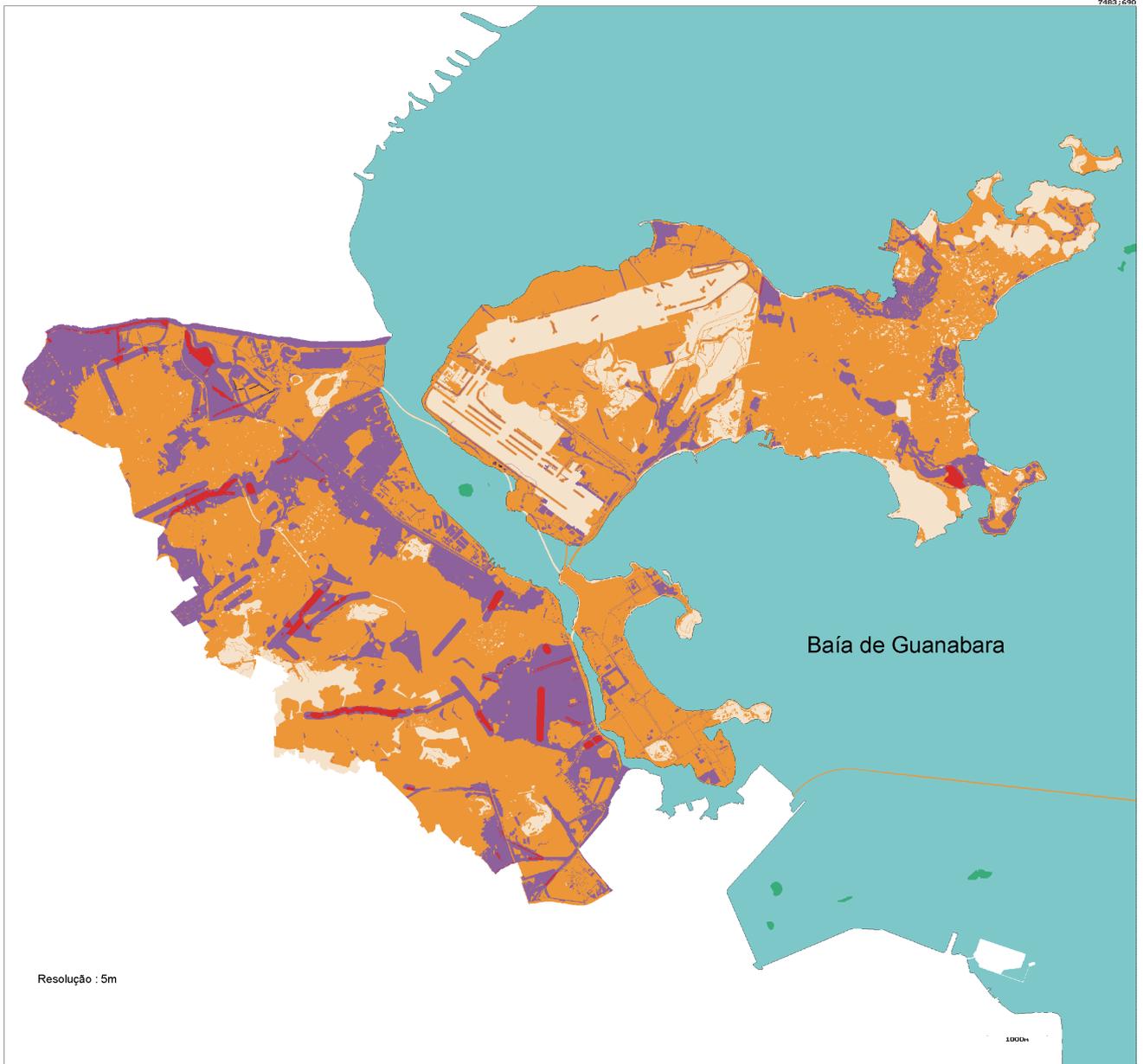
Altíssimo risco de leptospirose

Essas áreas foram avaliadas com 9 e 10 pontos na escala ordinal de 0 a 10, e se situam em localidades em que ocorrem a superposição de riscos de enchentes (a partir de médio risco), favelas e proximidades de casos de leptospirose e/ou drenagem, a pontuação máxima dessa combinação, ou seja 10 pontos, ocorre quando há presença de todos os fatores mencionados em uma determinada localidade. As localidades mais representativas dessa classe foram encontradas no Complexo do Alemão ao longo da Rua Joaquim Queiroz; no Complexo da Maré ao longo da Rua Flávia Farnese que corta as Favelas Joana Nascimento, Favela Paraibuna e Favela da Maré, nas proximidades da Tr. São Pedro na Favela Parque União, nas proximidades do Rio Ramos que corta transversalmente a Favela Nova Holanda e desemboca na Baía de Guanabara; em Cordovil ao longo da Rua Antonio João, nas interfaces com as Favelas Chega Mais e Dourados; em Manguinhos na Favela Parque Carlos Chagas nas proximidades do Rio Faria; em Ramos ao longo do Rio Ramos na parte que margeia a Favela Vila Santo Antônio; no Jardim América na interseção entre o Canal do Rio dos Cachorros, Favela Parque Proletário Dike e Rio São João; em Parada de Lucas ao longo do canal que corta a Favela Parque Beira Mar; em Vigário Geral nas proximidades do Rio Cambaú na seção que corta a Favela Parque Furquim Mendes; na Penha Circular nas proximidades ao longo do Rio Irajá na parte que margeia as Favelas de Cordovil e Brás de Pina; na Cacua – Ilha do Governador ao longo das proximidades do Rio Jequiá na seção que margeia a Favela Colônia dos Pescadores Almirante Gomes Pereira (Cartograma 10).

Alto de risco de leptospirose

Essas áreas foram avaliadas com 6, 7 e 8 pontos na escala ordinal de 0 a 10. Correspondem geralmente às localidades com altíssimo risco de enchentes, também são resultantes da combinação das áreas de influência dos casos de leptospirose com áreas de médio e alto risco de enchentes. As ocorrências mais significativas além das áreas com altíssimo risco de enchentes foram nas proximidades de num trecho da Rua Joaquim de

Cartograma 10 - Riscos de Leptospirose



Legenda :

- Baixo Risco de Leptospirose
- Medio Risco de Leptospirose
- Alto Risco de Leptospirose
- Altissimo Risco de Leptospirose

Queiroz situada no Complexo do Alemão, nessa rua foram registrados dois casos de leptospirose; nas proximidades ao longo da Rua Sargento Névio dos Santos na Penha, nesse mesmo bairro, nas proximidades ao longo da Av. Nossa Senhora da Penha e da Rua Aimoré; na Penha Circular nas proximidades ao longo das ruas Frei Gaspar e Maria do Carmo; nas proximidades ao longo das Ruas Cardoso de Moraes, Joaquim Gomes e João Pizarro em Ramos; nas proximidades ao longo da Rua Gurupema e Egípcia no Bairro de Bráz de Pina e na Rua Gen. Carvalho em Cordovil.

Médio risco de leptospirose

Essas áreas foram avaliadas com 4 e 5 pontos na escala ordinal de 0 a 10. São localidades situadas com mais frequência em regiões com altos e médios riscos de enchentes, em alguns casos se situam em regiões com baixos riscos de enchentes associado a proximidades com casos de leptospirose, outra situação verificada são as encostas com presença de favelas, em termos de extensão estas são mais expressivas na Leopoldina e Cidade Universitária. As ruas Furquim Mendes, Texeira de Souza em Vigário Geral e a Rua Beni no Cocotá – Ilha do Governador são exemplos de casos de leptospirose em regiões com baixos riscos de enchentes.

Baixo risco de leptospirose

Essas áreas foram avaliadas com 0, 1, 2 e 3 pontos na escala ordinal de 0 a 10. Correspondem às áreas de baixíssimo risco de enchentes e com ausência de favelas, são as áreas mais extensas e possui maior expressão na Ilha do Governador.

XII- Conclusões

Muitas são as possibilidades de análise a respeito das conseqüências das chuvas intensas sobre o espaço urbano. Para melhor compreender os desdobramentos desse evento, faz-se necessário a complementaridade de enfoques que possam conduzir à produção necessária de conhecimentos sobre: gênese, abrangência espacial, agravos às populações expostas, desenvolvimentos de sistemas de alerta e previsão, criação de métodos de atenuação de seus efeitos sobre o espaço urbano e elaboração de técnicas para o aproveitamento dos recursos hídricos provenientes das chuvas intensas.

Com a transformação do meio ambiente para o assentamento humano, foram desenvolvidas varias técnicas como forma de assegurar a sua presença nos locais mais adversos. Dessa forma áreas alagadas e pantanosas foram aterradas, encostas ocupadas e desmontadas, cursos d'água canalizados e desviados de seus leitos naturais, um fato a ser observado é que na sociedade atual não há ocupação do espaço físico sem alterações predatórias ao meio ambiente que responde a essas alterações de diversas formas, entre estas, com enchentes, deslizamentos de encostas e disseminação de certas endemias sobre o espaço urbano.

É nesse contexto se inseriu o presente estudo, optando-se por uma forma de abordagem para problemas relacionados aos impactos das chuvas intensas no espaço urbano utilizando técnicas de geoprocessamento, através do Sistema Geográfico de Informações SAGA-UFRJ.

Buscou-se visualizar através de escala de mensuração nominal e ordinal, componentes que se aproximem da realidade ambiental da região AP3.1, fornecendo subsídios relevantes a administração municipal sobre os fatos observados ao longo da pesquisa. Os resultados aqui obtidos tiveram como ferramenta principal um Sistema Geográfico de Informação acessível economicamente e produzido numa instituição nacional, ou seja, no Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

A utilização crescente dos SGI (Sistemas Geográfico de Informações) nas instituições governamentais em especial na área de saúde é sem duvida um avanço tendo em vista o grande leque de aplicações que eles fornecem. Vários são os sistemas existentes

no mercado e a cada aplicação existe aquele mais apropriado, porém associado aos recursos disponíveis em cada sistema estão os seus preços que variam conforme a sofisticação do produto, de modo que a incorporação dessa tecnologia se daria em certos municípios a um preço muito alto e desnecessário dependendo da aplicação desejada.

Em análises ambientais que requeiram a associação de camadas de informações conforme a empregada no presente estudo, observou-se, que a metodologia empregada foi amplamente satisfatório. Apontou com precisão, áreas de deslizamentos na região da AP3.1, de acordo, com ocorrência de corridas de massas notificados no mapeamento geológico e geotécnico da GEO-RIO. Em relação às áreas com riscos de enchentes não obtivemos documentação para cotejarmos com os resultados obtidos na análise, no entanto uma das áreas mais afetadas com a entrada da frente fria ocorrida no mês de junho de 2001 foi a vila operária da Cidade Universitária ocorrendo nessa localidade inundações de residências relacionadas a elevação da maré, em nossa análise essa localidade foi apontada como sendo de altíssimo risco de enchentes. As análises de leptospirose demonstraram a influencia dos períodos de alta pluviosidade na disseminação da doença, ou seja, 75% das notificações ocorreram em períodos considerado por Brandão (1996) como uma das chuvas mais intensa da história da cidade.

Na verificação da validação do modelo em relação ao mapeamento de risco de leptospirose, sobrepondo os 16 (dezessete) casos georreferenciados ocorridos em 1998 sobre o cartograma digital de Risco de Leptospirose, obteve-se o seguinte resultado: 11 (onze) desses casos cruzavam áreas classificadas como de altíssimo e alto risco e 5 (cinco) áreas com médio risco. Em relação à questão das proximidades (favela, drenagem e leptospirose-96), a que mostrou maior relação espacial com os casos de leptospirose notificados de 1998 foi o mapa de proximidades de leptospirose- 96, com 36% dos casos; o mapa de proximidades de favelas com 9% e a proximidades de drenagem com 1%, corroborando com a idéia que as áreas afetadas na epidemia de 1996, são relevantes para o entendimento da abrangência territorial dos novos casos da doença.

Outro ponto a ser observado, é que apesar da região estudada não ser atualmente no município a mais problemática em relação à incidência da leptospirose, observou-se que determinadas localidades requerem atenção no controle dos vetores responsáveis pela disseminação da doença, por exemplo, na Rua Joaquim Queiroz situada no Complexo do

Alemão, aparecem notificações de leptospirose, nos anos de 1986 (2 casos), 1998 (2 casos) e 2000 (3 casos).

Através da metodologia adotado, foi possível a criação de três mapas de riscos ambientais da região da AP3.1 no formato raster, que podem ser consultados através de software que operem com esse formato. Há também a possibilidade de utilização e consultas a esses cartogramas, que contém as dimensões territoriais das análises de riscos de enchentes, deslizamentos de encostas e da ocorrência da leptospirose associado às enchentes, sendo necessário para isso, o uso de softwares que operem com imagens no formatos TIFF, neles estão expressos nos extremos das folhas, as coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator), o que possibilita o georreferenciamento das mesmas. Procurou-se dessa forma contribuir com o desenvolvimento de uma metodologia que possa ser empregada para estudos em outras áreas programáticas de saúde e para um maior conhecimento ambiental da região estudada.

Referências bibliográficas

ABREU, M de A. 1996. A cidade e os temporais : uma relação antiga. In: Tormentas Cariocas : Seminário Prevenção e Controle dos Efeitos dos Temporais no Rio de Janeiro (L. P. Rosa & W. L. Lacerda., org.), pp. 15-20. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ.

AISSE, M. M. 1991. Drenagem Urbana. In: Drenagem e Controle da Erosão Urbana (R. Fendridrich, N. L. Obladen , M. M. Aisse & C. M. Garcias), pp. 185-248. São Paulo: IRASA; Paraná: CHAMPAGNAT.

ARAÚJO, J. W., REIS. A. C., PINTO, C. S., SILVA, D., CARVALHO, M. L., CRUZ, M. M., REIS, R., OLIVEIRA, R. M & SHIRAIVA. T. 1998. Indicadores de Saúde: Ilha do Governador e Leopodina. Rio de Janeiro: FIOCRUZ

AZEVEDO NETTO, J..M de. & ALVAREZ. G.A. 1977. Manual de Hidráulica. São Paulo: Editora Edgard Blücher/Editora da Universidade de São Paulo.

BARAN, M. 2000. Informações Epidemiológicas sobre a leptospirose no Município do Rio de Janeiro. In: Estado da Arte e prioridade para pesquisa e desenvolvimento em leptospirose: oficina de trabalho, (A. Homma., org.), pp., 35-38. Rio de Janeiro: CICT/FIOCRUZ.

BARCELLOS, C. & SABROSA, P.C., 1999. The place behind the case: leptospirosis risks and associated environmental conditions in a flood-related outbreak in Rio de Janeiro. Cadernos de Saúde Pública. Volume 17 (suplemento) 2001: 59-67.

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

BERGAMO, R.B.A. 1999. Diagnóstico Ambiental do Município de Mangaratiba – RJ: uma análise por geoprocessamento. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Departamento de Geografia, Universidade do Rio de Janeiro.

BERNARDES L.M.C & SOARES M.T. de S. 1987. Rio de Janeiro Cidade e Região. Secretaria Municipal de Cultura: Departamento Geral de Documentação e Informação Cultural. Rio de Janeiro.

BLOOM, A. L. 1976. Superfície da Terra. São Paulo: Editora Edgard Blücher/Editora da Universidade de São Paulo.

BRANDÃO, A M de P, M. 1982. As alterações climáticas na área metropolitana do Rio de Janeiro: Uma provável influência do crescimento urbano. In: Natureza e Sociedade no Rio de Janeiro (M. Abreu. org.), pp. 143-200. Rio de Janeiro: Sec. Municipal de Cultura Turismo e Esporte, Dep. Geral de Documentação e informação Cultural, Divisão de Editoração.

BRANDÃO, A M de P, M. 1996. As chuvas e a ação humana: uma infeliz coincidência. In: Tormentas Cariocas: Seminário Prevenção e Controle dos Efeitos dos Temporais no Rio de Janeiro (L. P. Rosa & W. L. Lacerda, org.), pp. 21-38. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ.

BROOKER, S., ROWLANDS, M., HALLER, L., SAVIOLI, L., BUNDY, D. A. P., 2000. Towards na atlas of human helminth infection in sub-Saharan African: The use of geographical information systems (GIS). PARASITOLOGY TODAY, Vol 16, Iss 7, 303-307.

CÂMARA, G., 1993. Anatomia de Sistemas Geográficos de Informações: Visão atual perspectivas de mudança. In: Anais da IV Conferência Latinoamericana Sobre Sistemas de Informações Geográficas, e II Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento, pp. 157-182. São Paulo.

CECH, I & MONTERA, J., 2000. Spatial Variations In Total Aluminium Concentrations in Drinking Water Supplies Studied by Geographic Information System (GIS) Methods. Water Resource. Vol. 34 No. 10 pp.2703-2712.

CHRITOFOLETTI, A., 1999. Modelagem de Sistemas Ambientais. São Paulo: Editora Edgard Blücher/Editora da Universidade de São Paulo.

CHRISTOFOLETTI, A., 1980. Geomorfologia. São Paulo: Editora Edgard Blücher/Editora da Universidade de São Paulo.

COELHO NETTO, A.L., 1994. Hidrologia de Encosta na Interface com a Geomorfologia. In: Geomorfologia Uma Atualização de Bases e Conceitos. (A. J. T. Guerra & S. B. Cunha. org.), pp. 93-148. Rio de Janeiro: EDITORA BERTRAND.

CÔRTEZ, J.A., 1993. Aspectos Epidemiológicos e Ecológicos da Leptospirose. In: Anais do III Encontro Nacional de Leptospirose, pp 53-57. Rio de Janeiro: EDITORA FIOCRUZ.

FNS (Fundação Nacional de Saúde), 1997. Manual de Leptospirose. Brasília: Ministério da Saúde.

GARCES, L.N. & ALVAREZ, G.A., 1978. Hidrologia. São Paulo: Editora Edgard Blücher/Editora da Universidade de São Paulo.

GOES, M, H de B., 1984. Diagnóstico Ambiental por Geoprocessamento do Município de Itaguaí (RJ). Tese de Doutorado. São Paulo: UNESP – CAMPOS DE RIO CLARO.

GONÇALVES, A.J.R., 1993. Leptospirose, Uma Endemia em Metamorfose e em Ascensão. In: Anais do II Encontro Nacional em Leptospirose, pg 14. Rio de Janeiro: EDITORA FIOCRUZ.

GUERRA, A.T., 1994. Processos Erosivos em Encostas. In: Geomorfologia Uma Atualização de Bases e Conceitos. (A. J. T. Guerra & S. B. Cunha. org.), pp. 149-209. Rio de Janeiro: EDITORA BERTRAND.

GUERRA, A.T., 1993. Dicionário geológico-geomorfológico. 8ª. ed. Rio de Janeiro: IBGE.

KO, A. L; REIS, M.G; DOURADO, C.M.R; JOHNSON. W.D & RILEY, L.W., 1999. Urban epidemic of sever leptospirosis in Brazil. LANCET, vol 354, Iss9181, 820-825.

LENZ, V. & AMARAL, S. E., 1995. Geologia Geral. São Paulo: Editora Nacional.

MARQUES, V. S., 1991. Impactos Climáticos na Região Sudeste do Brasil. In: O Ambiente Inteiro: uma contribuição crítica da Universidade à questão ambiental. (T, Maciel. org.), pp. 147-164. Rio de Janeiro: Editora UFRJ.

MEDRONHO, R de A., 1993. A Geografia do Dengue no Município do Rio de Janeiro: Uma Análise por Geoprocessamento. Tese de Mestrado. Rio de Janeiro: MS/FIOCRUZ/ENSP.

NAJAR, A.L., 1998. Desigualdades de Bem-Estar Social no Município do Rio de Janeiro: Saúde e Espaço: Estudos Metodológicos e Técnicas de Análise (A. L. Najar & E. C. Marques. org.), pp. 167-197. Rio de Janeiro: EDITORA FIOCRUZ.

PAREDES, E. A., 1994. Sistemas de Informações Geográficas. São Paulo: Editora Érica.

OTONI, A. B., 1996. Tecnologia do Manejo Hídrico em Bacias Urbanas Visando sua Valorização Sanitária e Ambiental. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro: MS/FIOCRUZ/ENSP.

PEREIRA, M, M., 1985. Leptospirose em Área Urbana do Município do Rio de Janeiro. Tese de Mestrado. Rio de Janeiro: MS/FIOCRUZ/ENSP.

PEREIRA, M.M & ANDRADE, J., 1990. Human Leptospirosis in a Slum Area in The City of Rio de Janeiro, Brazil – A Serological and Epidemiological Study. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Vol 85(1):47-52, jan./mar. Rio de Janeiro

PINTO, N. L de S; HOLTZ, A. C, T; MARTINS, J. A; GOMIDE, F. L. S., 1976. Hidrologia Básica. São Paulo: Ed. Edgard Blücher.

SANTOS, M., 1982. Pensando o Espaço do Homem. São Paulo: Editora Hucitec.

SPARTEL, L., 1987. Curso de Topografia. Rio de Janeiro: Editora Globo.

SZWARCWALD, L. C; BASTOS, P. I; BARCELLOS, C; PINA, M.D. ESTEVES, M. A. P., 2000. Health conditions and residential concentration of poverty: a study in Rio de Janeiro, Brazil. Journal of Epidemiology and Community Health, Vol 54, iss 7, 530-536.

TEIXEIRA, L. A; MORETTI, A; CHRISTOFOLETTI, A., 1992. A introdução aos Sistemas de Informações Geográficas. Rio Claro: Edição do Autor.

TIRIBA, A. da C., 1984. Leptospirose. In: Clínica Médica : Propedêutica e Fisiopatologia (M. Marconde, D. R. Sustovitch & L. Ramos., org.), pp. 755-757. Rio de Janeiro: EDITORA GUANABARA KOOGAN S.A.

TORRES. H da G., 1998. Pobreza e Degradação Ambiental na Periferia: Uma Aplicação de Geoprocessamento para Zona Leste da Cidade de São Paulo. In: Saúde e Espaço: Estudos Metodológicos e Técnicas de Análise (A. L. Najjar & E. C. Marques, org.), pp. 199-213. Rio de Janeiro: EDITORA FIOCRUZ.

XAVIER-DA-SILVA, J. & CARVALHO FILHO, L. M., 1993. Sistemas de Informação Geográfica: Uma proposta metodológica. In: Anais da IV Conferência Latinoamericana sobre Sistemas de Informações Geográficas de e II Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento, pp. 609-627. São Paulo.

XAVIER-DA-SILVA, J. & SOUZA, M. J. L., 1988. Análise Ambiental. Rio de Janeiro: Editora UFRJ.