



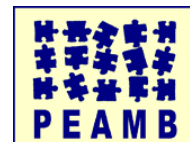
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciências

Faculdade de Engenharia

Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente

Mestrado em Engenharia Ambiental



A GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RECURSOS HÍDRICOS - EXPERIÊNCIA E
DESAFIOS REGIONAIS: O CASO DO CONTROLE DAS ENCHENTES DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO JOANA RIO DE JANEIRO

Rosa Augusta Aluizio de Mattos

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Orientador: Adacto Benedicto Ottoni

Co-orientador: Elmo Rodrigues da Silva

Rio de Janeiro

Fevereiro de 2004

A GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RECURSOS HÍDRICOS - EXPERIÊNCIA E
DESAFIOS REGIONAIS: O CASO DO CONTROLE DAS ENCHENTES DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO JOANA RIO DE JANEIRO

Rosa Augusta Aluizio de Mattos

Trabalho Final submetido ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Aprovada por:

Prof. Adacto Benedicto Ottoni, D.Sc. - Presidente
PEAMB/UERJ

Prof. Elmo Rodrigues da Silva, D.Sc.
PEAMB/UERJ

Prof. Júlio Domingos Nunes Fortes, D.Sc.
PEAMB/UERJ

Prof. Szachna Eliaz Cynamon, D.Sc.
ENSP/FIOCRUZ

Rio de Janeiro
Fevereiro de 2004

MATTOS, ROSA AUGUSTA ALUIZIO

A gestão sustentável de recursos hídricos.
Experiência e desafios regionais: o caso do
controle das enchentes da bacia hidrográfica
do rio Joana - Rio de Janeiro - 2004.
xiii, 109 p. 29,7 cm (FEN/UERJ, Mestrado,
Programa de Pós-graduação em Engenharia
Ambiental - Área de Concentração: Gestão de
Recursos Hídricos - 2004).
Dissertação - Universidade do Estado do
Rio de Janeiro - UERJ
Gestão de Recursos Hídricos
Manejo Hídrico de Bacias Hidrográficas
Método para Planejamento e Controle de Enchentes
Saneamento Ambiental
Sustentabilidade Ambiental
Desenvolvimento Urbano
I. FEN/UERJ II. Título (série)

Ao meu pai, meus avós e marido (*in memoriam*), por todo amor, dedicação e exemplo de vida que me proporcionaram, mesmo que por pouco tempo.

À minha mãe, irmãos, a prima e babá Marly e sobrinhos pela demonstração de confiança que sempre demonstraram ter por mim.

Ao Sr. Alcir antigo professor por me ensinar, o quanto estudar é importante e pode tornar nossos sonhos possíveis.

A todos os meus amigos por me ajudar a dividir, não só as alegrias, mas também as angústias, nessa e outras fases da vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus por tudo de bom que me tem oferecido e sem dúvida esse trabalho foi mais um.

A todos os professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro por contar sempre não só com seus conhecimentos, como também com a amizade constituída.

Ao meu orientador e co-orientador, Adacto Benedicto Ottoni e Elmo Rodrigues da Silva, e também ao Prof. Júlio Domingos Nunes Fortes, professores do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UERJ, pelas valorosas contribuições na elaboração do Projeto de Pesquisa.

Aos funcionários do Curso de Mestrado pelo apoio necessário.

Aos meus colegas de turma de Mestrado, turma de 2002.

Aos meus colegas de profissão que me ensinaram a trabalhar, ou seja, aplicar o que aprendi por ocasião da graduação.

Ao então Chefe de Gabinete da FUNDAÇÃO RIO-ÁGUAS, Durval Melo e seus colegas por colocar todo o acervo da empresa ao meu alcance e dispor, com extrema boa vontade.

Ao Prof. Theófilo Benedicto Ottoni Filho da UFRJ, pela ajuda em dispor do material e ensinamento que me forneceu.

Ao então Chefe de Gabinete da SERLA e meu amigo Waldir Ribeiro por me ceder o CD-ROM, que foi de grande ajuda neste trabalho.

Ao Jorge Américo da Silva Sandins, pela ajuda com os ensinamentos de informática

RESUMO

A Gestão Sustentável de Recursos Hídricos - Experiência e Desafios Regionais: o Caso do Controle das Enchentes da Bacia Hidrográfica do Rio Joana Rio de Janeiro

Na maior parte das bacias hidrográficas do mundo, observa-se a ocupação intensiva, com usos inadequados do solo e da água. No Brasil, a situação não é diferente, onde se constata graves problemas de deslizamentos de encostas e enchentes. Assim, esse trabalho pretende contribuir para as intervenções em bacias hidrográficas urbanas, baseada nos princípios do desenvolvimento sustentável. A área de estudo adotada é a Bacia Hidrográfica do Rio Joana, localizada nos bairros do Andaraí, Tijuca, Vila Isabel e Maracanã, que foi objeto de projeto piloto, sub-bacia do Canal do Mangue, uma das bacias mais antigas urbanizadas e problemáticas da cidade (FUNDAÇÃO RIO ÁGUAS, 2001; UERJ, 2002). O projeto citado apresenta avaliação e diagnóstico do regime do rio; da forma de ocupação da bacia; dos impactos ambientais gerados; dos efeitos das enchentes, dentre outros. Buscou-se, através de pesquisa bibliográfica em documentos históricos e em outras fontes, elucidar as origens e desenvolvimento dos problemas enfrentados atualmente na bacia e melhor compreender o processo de ocupação/uso do solo e os seus impactos sobre os recursos naturais. Constata-se a necessidade de implantar uma gestão integrada do uso da água, do solo e do saneamento básico apoiados em programas de educação ambiental.

Palavras-Chave: Gestão de Recursos Hídricos; Manejo Hídrico de Bacias Hidrográficas; Método para Planejamento e Controle de Enchentes; Saneamento Ambiental; Sustentabilidade Ambiental; Desenvolvimento Urbano.

ABSTRACT

The Water Resources Sustainable Management – Experience and Regional Challenges: The Case of the Flooding Control in the Joana River Watershed - RJ

In many watersheds all over the world, is observed an intense land misuse and water degradation in the natural ecosystems. In Brazil this situation is not different, where exist several problems of slopes sliding and flooding. Therefore, this research project intends to raise the problem of the hydric management in a urban hydrographic basin, based on the principles of the sustainable development. The area of study is the Joana River Hydrographic Basin, considered as a pilot basin, sub-basin of the Canal do Mangue macro-basin, one of the oldest urbanized of the city, with plenty of problems (FUNDAÇÃO RIO ÁGUAS, 2000; UERJ, 2002). The pilot project intends to evaluate and diagnose the river regime; how the basin is occupied; generated impacts on the environment; the effects of the inundation, which are frequent and disastrous in the region. In order to understand the present process, it was necessary to report to the past, to the beginning of our colonization, and then distinguish some actions, characteristics of the several periods. Based on the historical analysis and through the existent works for the region, it was possible to suggest a management system for this area, which may become a general process, for the same kind of community. It was also considered the necessity of an water and soil integrated management, as well as sanitation works and programs of environmental education.

Key-Words: Water Resources Management; Watershed Handling; Method for Planning and Flooding Control; Environmental Sanitation; Environmental Sustainability; Urban Development.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – CICLO HIDROLÓGICO.....	9
FIGURA 2 – EVOLUÇÃO DA COBERTURA FLORESTAL NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO	12

FIGURA 3 – INÍCIO DA URBANIZAÇÃO DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO	21
FIGURA 4 – EVOLUÇÃO DA URBANIZAÇÃO DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO	21
FIGURA 5 – CRESCIMENTO POPULACIONAL DE 4 FAVELAS NOS	23
CENSOS DE 1940, 1991 E 2000 – RIO DE JANEIRO	23
FIGURA 6 – EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE FAVELAS NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO	23
FIGURA 7 – SIMULAÇÃO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL NO PERÍODO DE 1500 A 2000.....	45
FIGURA 8 – ENCHENTE NA PRAÇA DA BANDEIRA EM 1940	48
FIGURA 9 – ENCHENTE NO CANAL DO MANGUE	49
FIGURA 10 – ENCHENTE NO BAIRRO DA TIJUCA.....	49
FIGURA 11 – ENCHENTE NA PRAÇA DA BANDEIRA.....	50
FIGURA 12 – ENCHENTE NO BAIRRO DA TIJUCA.....	50
FIGURA 13 – ENCHENTE NO BAIRRO DO MARACANÃ.....	51
FIGURA 14 – PEQUENOS BARRAMENTOS DOTADOS DE DESCARREGADORES DE FUNDO E VERTEDORES.....	63

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - EVOLUÇÃO DA COBERTURA FLORESTAL: 1500/2000. ESTADO DO RIO DE JANEIRO	13
TABELA 2 - CRESCIMENTO DA POPULAÇÃO URBANA NO BRASIL.....	16
TABELA 3 – DISPONIBILIDADE HÍDRICA.....	16
TABELA 4 – CRESCIMENTO DA POPULAÇÃO DO RIO ANTIGO	20
TABELA 5 – EVOLUÇÃO POPULACIONAL ENTRE 1940 E 1959	38

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - AÇÕES PARA MITIGAÇÃO DOS EFEITOS DAS ENCHENTES EM BACIAS HIDROGRÁFICAS	55
QUADRO 2 – DIRETRIZES BÁSICAS PARA PREVENÇÃO E REDUÇÃO DOS RISCOS E PREJUÍZOS DAS ENCHENTES	58

LISTA DE ANEXOS

- ANEXO 1 - A EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO – DATADO DE
1567
- ANEXO 2 - A EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO – DATADO DE
1700
- ANEXO 3 - A EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO – DATADO DE
1808
- ANEXO 4 - A EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO – DATADO DE
1902/1906
- ANEXO 5 - CARTA DE DECLIVIDADES
- ANEXO 6 - CARTA DE GEOMORFOLOGIA
- ANEXO 7 - CARTA DE PROXIMIDADE DE RIOS
- ANEXO 8 - CARTA DE PROXIMIDADES DE FAVELAS
- ANEXO 9 - CARTA DE USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL
- ANEXO 10 - CARTA DE PERMEABILIDADE DE TERRENO
- ANEXO 11 - RISCOS DE DESLIZAMENTOS / DESMORONAMENTOS (BASE GEO-RIO)
- ANEXO 12 - CARTA DE USO DA TERRA QUANTO ÁREAS CRÍTICAS
- ANEXO 13 – CARTA DE RISCOS DE OBSTRUÇÃO
- ANEXO 14 – CARTA DE RISCOS DE ENCHENTES
- ANEXO 15 – CARTA DE CLASSES DE ÁREAS CRÍTICAS QUANTO A RISCOS DE
DESLIZAMENTOS E DESMORONAMENTOS
- ANEXO 16 – CARTA DE CLASSES DE RISCOS AMBIENTAIS QUANTO A ENCHENTES E
DESLIZAMENTOS/DESMORONAMENTOS
- ANEXO 17 – CARTA DE CLASSES DE RISCOS AMBIENTAIS QUANTO A ESCOAMENTO
SUPERFICIAL E LIXO
- ANEXO 18 – CARTA DE CLASSES DE RISCOS DE AMBIENTAIS
- ANEXO 19 - ATLAS DOS REMANESCENTES FLORESTAIS DA MATA ATLÂNTICA
- ANEXO 20 – SISTEMA DE APOIO À DECISÃO – DADOS BÁSICOS – REDE DE
DRENAGEM
- ANEXO 21 – PLANTA DE SITUAÇÃO DA BACIA DO RIO JOANA
- CAPÍTULO 1 – Introdução

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	XII
1.1 O CONTEXTO DA PESQUISA	1
1.2 OBJETIVOS.....	4
1.2.1 <i>Geral</i>	4
1.2.2 <i>Específicos</i>	4
1.3 METODOLOGIA	4
CAPÍTULO 2 - REFERENCIAL TEÓRICO.....	8
2.1 FATORES NATURAIS QUE INFLUENCIAM A OCUPAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA.....	9
2.1.1 <i>O Ciclo Hidrológico</i>	9
2.1.2 <i>Cobertura Vegetal</i>	10
2.1.3 <i>Matas Ciliares</i>	13
2.1.4 <i>O Lençol Freático</i>	13
2.2 FATORES ANTRÓPICOS NA OCUPAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA	14
2.2.1 <i>O Manejo inadequado dos Solos</i>	14
2.2.2 <i>A Água e a Saúde Pública</i>	14
2.2.3 <i>Reflexos do Consumo de Água</i>	15
2.2.4 <i>Águas Subterrâneas</i>	16
2.3 ALGUNS ASPECTOS LEGAIS APLICADOS AOS RECURSOS HÍDRICOS	17
CAPÍTULO 3 – A OCUPAÇÃO URBANA NA HISTÓRIA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO	18
3.1 A EVOLUÇÃO DA OCUPAÇÃO NA CIDADE.....	18
3.2 AS CONDIÇÕES SANITÁRIAS DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO	24
3.3 O SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO	26
3.4 O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	30
3.5 A OCUPAÇÃO URBANA NA BACIA DO CANAL DO MANGUE.....	40
3.6 A OCUPAÇÃO URBANA NA BACIA DO RIO JOANA.....	42
3.7 AS ENCHENTES NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANAS	44
CAPÍTULO 4 - AÇÕES PARA MITIGAÇÃO DO EFEITO DAS ENCHENTES	52

4.1 ASPECTOS GERAIS	52
4.2 AÇÕES COMPLEMENTARES PARA OBRAS INDISPENSÁVEIS	56
4.3 MEDIDAS DE CONTROLE NA MICRO-DRENAGEM	56
4.4 CONTROLE DE MATERIAL SÓLIDO	57
CAPÍTULO 5 – A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JOANA.....	59
5.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA BACIA	59
5.2 TENDÊNCIAS E ALTERNATIVAS PARA MINIMIZAÇÃO DOS IMPACTOS SOBRE A BACIA DO RIO JOANA.	60
CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	68
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
ANEXOS	75

CAPÍTULO 1

1.1 O Contexto da Pesquisa

A Terra é considerada o ‘Planeta Água’ e resulta do volume de recursos hídricos nela existente. Paradoxalmente, a escassez de água doce constitui hoje um dos maiores desafios do século, e pode ser constatado por diversos órgãos internacionais: “*cálculos do World Wildlife Foundation – WWF, Fundo Mundial de Preservação da Vida Selvagem, revelam que um terço da população mundial poderá ficar sem água dentro dos próximos 25 anos, se não forem adotadas medidas urgentes de preservação e proteção dos mananciais*” (PLANÁGUA/SEMADS/GTZ, 2001, pág. 7).

A crise energética demonstra a falta de cuidado com a preservação e proteção dos mananciais, tão importantes quanto à busca por novas fontes de energia renovável para minimizar a escassez hídrica. O Brasil dispõe de mais de doze por cento do volume de água potável existente na Terra, que, entretanto é extremamente mal distribuído. Cerca de oitenta por cento concentram-se na Amazônia e os restantes vinte por cento são desigualmente distribuídos por todo o país, atendendo a noventa e cinco por cento da população (PLANÁGUA/SEMADS/GTZ, 2001). Exatamente nestas regiões a escassez hídrica é mais visível, onde o consumo de água é maior devido à concentração urbana e industrial.

A ocupação desordenada nas grandes metrópoles tem levado a antropização dos recursos ambientais das bacias hidrográficas e, conseqüentemente, graves problemas são observados, sobretudo nas épocas de maior pluviosidade.

A ocupação sem planejamento nas bacias hidrográficas urbanas tem causado sérios impactos ambientais, tais como: enchentes, deslizamentos de terras, desmatamentos, erosões, assoreamentos, resíduos sólidos e líquidos, falta de água para abastecimento, problemas de saúde pública devido à carência de saneamento básico, especialmente nas comunidades de baixa renda localizadas nas encostas de morros e nas periferias urbanas. A densidade demográfica elevada em regiões de difícil acesso torna precária a execução e manutenção do saneamento básico pela dificuldade de acesso. A coleta de lixo é outro problema sério, tornando essas regiões impróprias para moradia. O lixo disperso lançado nos cursos d’água aumenta os riscos de inundações à jusante da bacia.

Como forma de mitigar tais problemas é que se propõe o planejamento ambiental. Odum, um dos mais conceituados cientistas em ecologia teórica e aplicada, afirma que: *“é consenso mundial que a bacia hidrográfica é a unidade territorial para se promover à gestão do meio ambiente, pois, entre outros aspectos, suas fronteiras (divisores de água) são naturais e na maioria das vezes percebidas com facilidade”* (...). *“A bacia hidrográfica (...) deve ser considerada a unidade mínima de ecossistema, quando se trata de interesses humanos (...e) ajuda a colocar em perspectiva muitos dos nossos problemas e conflitos. Por exemplo, as causas e as soluções da poluição da água não serão encontradas olhando-se apenas para dentro da água; geralmente, é o gerenciamento incorreto da bacia hidrográfica que destrói nossos recursos aquáticos”* (ODUM, 1985, pág. 34).

Nas últimas décadas os mananciais originais estão cada vez mais poluídos e exauridos, afetando não só a quantidade, mas também a qualidade da água de abastecimento público. O solo fértil natural em todo o mundo está escasseando, mesmo com o aumento da demanda da produção de alimentos, a vegetação nativa é cada vez mais escassa. Tais processos resultam na redução da biodiversidade ecológica, agravados por alterações climáticas e na qualidade do ar.

As enchentes e secas cada vez mais intensas vêm ocorrendo nas bacias hidrográficas antropizadas, gerando problemas de calamidade pública. Este processo pode ser observado durante a ocupação do Rio de Janeiro quando: *“desviamos os cursos naturais dos rios, aterrmos áreas importantes de acumulação de águas, desmatamos encostas que ajudavam a refrear as águas e impermeabilizamos o solo”* (REVISTA RIO – ÁGUAS, 1999, pág. 4). Por outro lado, *“os grandes aglomerados urbanos geraram um impacto no espaço natural. Dentro dessa área impactada, formou-se um ecossistema urbano próprio, onde o homem se destaca pelo grau elevado de interferência nos processos naturais”* (Idem, pág. 14).

Assim, o presente trabalho pretende contribuir para as intervenções em bacias hidrográficas urbanas, baseadas nos princípios do desenvolvimento sustentável. A área de estudo adotada foi a Bacia do Rio Joana, localizada nos bairros do Andaraí, Tijuca, Vila Isabel e Maracanã, objeto de projeto piloto, sub-bacia contribuinte do Canal do Mangue, uma das bacias mais antigas urbanizadas e problemáticas da cidade (FUNDAÇÃO RIO ÁGUAS, 2001; UERJ, 2002). O projeto citado apresenta avaliação e diagnóstico do regime do rio; da forma de ocupação da bacia; dos impactos ambientais gerados; dos efeitos das enchentes, dentre outros.

Através de pesquisa bibliográfica em documentos históricos e em outras fontes, buscou-se

elucidar as origens e desenvolvimento dos problemas enfrentados atualmente na bacia e melhor compreender o processo de ocupação/uso do solo e os seus impactos sobre os recursos naturais.

Um dos resultados importantes da pesquisa é a constatação da necessidade de implantar uma gestão integrada do uso da água, do solo e do saneamento básico, apoiados em programas de educação ambiental e nos princípios enunciados na Lei 9433/97, a 'Lei das Águas`.

No capítulo 1 foi explanada a estrutura do trabalho contendo a problematização do tema da pesquisa, os objetivos e a metodologia empregada. No capítulo 2, o referencial teórico foi baseado na literatura a respeito dos fatores naturais e antrópicos que influenciam os processos hidrológicos de uma bacia hidrográfica, bem como alguns aspectos legais pertinentes ao tema. No capítulo 3, descreveu-se o processo de ocupação da cidade do Rio de Janeiro, ao longo de sua trajetória histórica, com destaque para o saneamento, abastecimento de água, e enchentes ocorridas na cidade. No capítulo 4 foram destacados os aspectos das ações para mitigar o efeito das enchentes nas bacias urbanas. No capítulo 5 foi aplicado o estudo de caso na Bacia do rio Joana e, por último, destacam-se algumas conclusões pertinentes ao estudo e as recomendações sugeridas.

Nos anexos são apresentadas cartas da evolução histórica de ocupação na bacia, bem como mapas básicos que descrevem elementos de fisiografia, geomorfologia e uso do solo, incluindo cobertura vegetal e avaliação ambiental, entre outras, importantes para melhor compreensão do problema. Este trabalho foi elaborado pelo Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Federal do Rio de Janeiro, contratado pela Fundação Rio-Águas, Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. A bacia do rio Joana foi indicada como área-piloto para investigações hidrológicas e de drenagem pelas suas características típicas do município e por ser esta de grande relevância, com problemas críticos de inundações na Praça da Bandeira, Leopoldina e adjacências.

1.2 Objetivos

1.2.1 Geral

A presente pesquisa busca fornecer uma contribuição para as intervenções em bacias hidrográficas urbanas, baseada nos princípios do desenvolvimento sustentável. A área de estudo adotada é a Bacia do Rio Joana, localizada nos bairros do Andaraí, Tijuca, Vila Isabel e Maracanã, que foi objeto de projeto piloto nesta sub-bacia do Canal do Manguê (UFRJ, 2002; UERJ, 2002).

1.2.2 Específicos

- a) Estudar a evolução histórica-urbanística da ocupação do solo na Cidade do Rio de Janeiro, com ênfase nos aspectos de drenagem pluvial.
- b) Caracterizar a fisiografia, incluindo a rede de macro-drenagem, e o uso da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Joana.
- c) Avaliar as ações estruturais de controle de inundações na Bacia Hidrográfica em estudo, entendendo o controle de inundações como o disciplinamento dos escoamentos da rede de macro-drenagem visando sua contenção dentro dos corpos adutores.
- d) Analisar a problemática das enchentes na Bacia Hidrográfica objeto do estudo.
- e) Apresentar e discutir as alternativas ao problema estudado.

1.3 Metodologia

O levantamento bibliográfico foi realizado em livros, periódicos, artigos em congressos e seminários, na internet. O trabalho de pesquisa foi complementado através de consultas a especialistas do setor.

A Construção dos pressupostos teóricos foi baseada na bibliografia consultada, em especial, nos documentos realizados por OTTONI (1996); UFRJ (2002; 2000); UERJ (2002) e PLANAGUA/SEMADS/GTZ (2001).

A Coleta dos dados sobre o processo histórico da urbanização e intervenções realizadas na

Cidade do Rio de Janeiro e as propostas como correção dos problemas existentes na Bacia do Rio Joana foram realizadas em fontes secundárias.

Para ilustrar o processo de evolução histórica foram usados mapas que mostram o desenvolvimento da urbanização da Cidade do Rio de Janeiro, desde sua fundação. Os mapas apresentados em anexo estão listados a seguir:

- a) A Evolução Histórica da Cidade do Rio de Janeiro I – datado de 1567 (Anexo 1);
- b) A Evolução Histórica da Cidade do Rio de Janeiro II – datado de 1700 (Anexo 2);
- c) A Evolução Histórica da Cidade do Rio de Janeiro III – datado de 1808 (Anexo 3);
- d) A Evolução Histórica da Cidade do Rio de Janeiro IV – datado de 1902/1906 (ANEXO 4).

O primeiro mapa apresenta o terreno original encontrado pelos portugueses, com os rios Papa-couve, Comprido, trapicheiro, Maracanã, Joana, e do outro lado ao sul o rio Carioca.

No segundo mapa já aparecem os desmontes de morros aterrando lagoas e secando pântanos, e o crescimento do arruamento, alterações na topografia original.

O terceiro mapa, da época da chegada de D. João à cidade de São Sebastião do Rio de Janeiro, mostra o crescimento do número de ruas.

O quarto mapa refere-se ao início do Século XX, na administração do Governador Rodrigues Alves e Prefeito Pereira Passos, e destaca o traçado do Canal do Mangue e a abertura da Avenida Rio Branco.

A Avaliação Ambiental foi possível através do levantamento de mapas existentes.

O termo ‘mapas básicos’ engloba o conceito de base de dados inicial, chamado inventário inicial, a partir do qual são elaborados os levantamentos de áreas de ocorrência e executados as avaliações ambientais de risco com enchentes, obstruções na rede de drenagem, desmoraamentos e outros. Os mapas básicos apresentados são:

- a) Carta de Declividades (Anexo 5)
- b) Carta de Geomorfologia (Anexo 6)
- c) Carta de Proximidades de Rios (Anexo 7)
- d) Carta de Proximidades de Favelas (Anexo 8)

- e) Carta de Uso da Terra e Cobertura Vegetal (Anexo 9)
- f) Carta de Permeabilidade do Terreno (Anexo 10)
- g) Carta de Riscos de Deslizamentos e Desmoronamentos (base Geo-Rio) (Anexo 11)

A Carta de uso da terra e cobertura vegetal foi o documento básico de mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal, a partir dela foi preparada a Carta de classes de permeabilidade do terreno.

A Carta de Classes de Permeabilidade também subsidiou a definição espacial dos coeficientes de *runoff* utilizado no setor de modelagem matemática.

As Cartas do Sistema de apoio à decisão são:

- a) Carta de Classes de Áreas Críticas Quanto a Enchentes (Anexo 12)
- b) Carta de Riscos de Obstrução (Anexo 13)
- c) Carta de Riscos de Enchentes (Anexo 14)
- d) Carta de Classes de Áreas Críticas Quanto a Riscos de Deslizamentos/Desmoronamentos (Anexo 15)
- e) Carta de Classes de Riscos Ambientais Quanto a Enchentes e Deslizamentos/Desmoronamentos (Anexo 16)
- f) Carta de Classes de Riscos Ambientais quanto a escoamento Superficial e Lixo (Anexo 17)
- g) Carta de Classes de Riscos Ambientais (Anexo 18).

A Carta de Classes de Uso da Terra quanto a Áreas Críticas foram agregadas às categorias: áreas de favelas, áreas residenciais multifamiliares, áreas residenciais unifamiliares, áreas industriais ou comerciais, áreas de apoio ao transporte, praças, áreas institucionais, e outros usos.

A Carta de Classes de Riscos de Obstrução possui planos de informações usados nesta avaliação, a saber: caráter físico (declividades, geomorfologia e proximidade de rios); ocupação urbana (uso da terra e proximidade de favelas e um mapa de avaliação de riscos de deslizamentos/desmoronamentos da Geo-Rio).

A Carta de Classes de Riscos de Enchentes foi pautada nas características físicas causadoras de enchentes, com as declividades de terreno, condições geomorfológicas e as

proximidades de rios, que contribuem com 80% de importância nas estimativas de ocorrência realizadas.

A Carta de Classes de Riscos de Deslizamentos e Desmoronamentos foi elaborada a partir dos mapas de Declividades e Geomorfologia. O mapa de Proximidade de Favelas também foi usado nessa avaliação, contribuindo com 20% de possibilidade de desmoronamento, enquanto que os outros dois primeiros, 40% cada de risco.

A Carta de Classes de Riscos Ambientais quanto a Enchentes e Deslizamentos/Desmoronamentos sintetiza as informações geradas a partir das Cartas de Riscos de Enchentes, Riscos de Deslizamentos/Desmoronamentos.

A Carta de Classes de Riscos Ambientais quanto a Escoamento Superficial e Dispersão de Lixo compreende uma síntese das informações dos estudos efetuados através das Classes de Riscos Ambientais quanto a Escoamento Superficial e Classes de Riscos Ambientais quanto a Dispersão de Lixo, que por sua vez foram baseados nas de Classes de Permeabilidade do Terreno e Proximidades de Favelas, por serem consideradas as principais fontes de detritos que contribuem para o assoreamento e obstrução de canais e galerias.

A Carta de Classes de Riscos Ambientais representa uma síntese geral de todas as outras, com um quadro geral dos riscos ambientais estimados em toda a bacia, sendo uma múltipla combinação das definidas classes que mostram detalhadamente os riscos de origens naturais e antrópicas.

Capítulo 2 - Referencial Teórico

O crescimento acelerado da população e a ocupação desordenada do solo nas bacias hidrográficas promoveram um aumento de volume do escoamento de águas superficiais devido à impermeabilização. No caso das bacias naturais os picos de enchentes são menores e maiores as recargas naturais de água de chuva no subsolo. Nas bacias com pesada ocupação, como as urbanas, há um aumento nos picos de cheias e quase nenhuma infiltração (UFRJ, 2000).

Como forma de minimizar os efeitos desta urbanização sem planejamento, pode-se buscar a Regularização Espacial de Vazões através da execução de obras hidráulicas e reflorestamento adequado, distribuindo de forma estratégica ao longo de áreas específicas da bacia hidrográfica, o reforço das infiltrações nas encostas e planícies de fundos de vale da bacia, minimizando o escoamento superficial. Assim, tem-se um reforço de água nos lençóis freáticos e proporciona-se a regularização hidrosedimentológica das calhas fluviais drenantes da bacia, reduzindo ao mesmo tempo o pico de enchentes nos períodos chuvosos (UERJ, 2002).

Além disso, o controle dos escoamentos de calha, ao longo dos estirões fluviais de fundo de vale, atua de forma favorável nos tempos de acumulação hídrica de calha e no tempo de propagação de ondas de cheias. Isso se faz com o uso adequado de pequenas soleiras contidas na calha, distribuídas ao longo dos estirões fluviais.

Esse tipo de Intervenção tende a regularizar o regime de escoamento, diminuindo os picos de cheias com achatamento dos hidrogramas, e controlando o transporte de material sólido, e dando progressiva melhoria da qualidade da água. É durante e/ou após um evento de precipitação que as vazões começam a crescer até um determinado valor máximo, podendo decrescer gradativamente, durante um período e, dependendo das características da chuva, voltar a crescer. Esses resultados visam a valorização ecológica e ambiental de toda a bacia hidrográfica sujeita aos diversos tipos de antropização (OTTONI, 1996).

A seguir serão tratados alguns aspectos físicos importantes a partir desses pressupostos teóricos.

2.1 Fatores Naturais que influenciam a Ocupação da Bacia Hidrográfica

2.1.1 O Ciclo Hidrológico

O ciclo hidrológico é um dos fenômenos mais importantes para a vida dos ecossistemas e se realiza pela interação dos processos de precipitação, infiltração, percolação e transpiração, os quais juntos permitem que a água circule entre a litosfera e atmosfera, passando pelos estados líquido, sólido e gasoso, mantendo-se relativamente constantes ao longo do tempo. Esquemáticamente o ciclo hidrológico pode ser observado na figura 1.

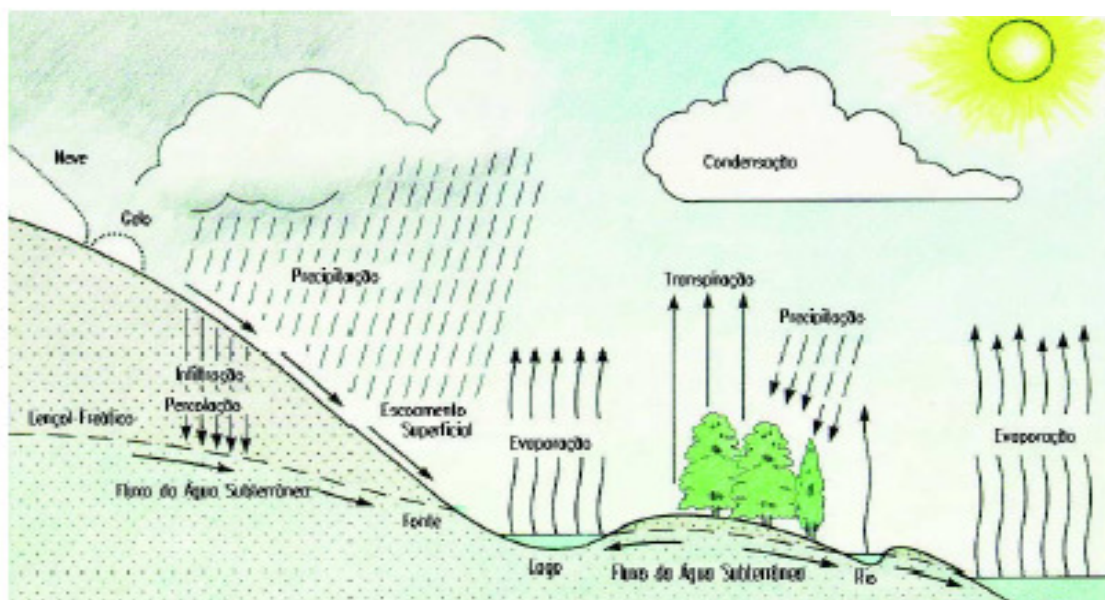


FIGURA 1 – Ciclo Hidrológico

Fonte do desenho: PLANÁGUA/SEMADS/GTZ (2001)

Esse ciclo é relativamente simples sobre os oceanos, mas nos continentes tornam-se mais complexos por conta dos seus diferentes percursos. As águas das chuvas tomam três caminhos: uma parte que não chega até o solo, pois é interceptada pelas coberturas vivas ou mortas que

existem no seu caminho como a vegetação, pedras, vegetação morta, etc. Essas águas sofrem a ação do calor e do vento, se perdendo por evaporação logo após a chuva. Outra parte se infiltra no solo indo abastecer os lençóis freáticos subterrâneos. E uma terceira parte, é a que excede a capacidade de infiltração do solo, não sendo retida na superfície, nem por meio da vegetação, nem pela estrutura de retenção existente ou feita no solo. Essa água não é retida pode se transformar em grande destruidora dos solos, ocasionando a erosão e assoreamento dos rios.

A cobertura vegetal é importante nesse ciclo, pois retém a água que reabastece os lençóis subterrâneos freáticos, além disso, através do fenômeno da evapotranspiração das plantas, as folhas repõem o vapor d'água no ar com quantidades significativas e, caso esse manto verde é retirado, tal sistema é modificado de forma negativa.

2.1.2 Cobertura Vegetal

A floresta de Mata Atlântica que cobre os maciços presentes na cidade do Rio de Janeiro e, por conseguinte, na Bacia Hidrográfica do Rio Joana, é considerada o segundo ecossistema mais ameaçado do mundo. Hoje, a Mata Atlântica se restringe a 4% da floresta original (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2003).

Diniz esclarece que: “o homem arrancou as árvores, para vender madeira, para formar cidades, abrir estradas. No lugar delas, plantou eucalipto. Somente no entorno do Parque Nacional do Descobrimento criado em 1999, para proteger um dos últimos remanescentes de Floresta Atlântica existentes no sul da Bahia, existem mais de 1800 hectares de eucaliptos. A política do governo é a de acabar com a vida e a natureza” (DINIZ, 2002, pág. 15).

Quanto à sua função ecológica, *“a floresta será sempre uma aliada do rio. Plantada em suas margens, ajuda a evitar o assoreamento, processo que ocorre quando é arrancada das margens e a terra, sem barreiras, rapidamente desbarranca em direção às águas, fazendo o rio ficar cada vez mais raso e assoreado. As florestas e outras formas de vegetação nativa tropical garantem a biodiversidade, estabilidade climática, qualidade do ar e da água doce. É interesse nacional e de todo cidadão protegê-las”* (PLANÁGUA/SEMADS/GTZ, 2001, pág. 144).

Algumas manchas da mata são encontradas, fundamentalmente, nas áreas de maior declividade na Serra do Mar, na zona onde ocorrem maiores concentrações de Unidades de Conservação, conforme apresentado no Anexo 19.

No Sudeste Brasileiro deu-se o início da colonização e, conseqüentemente, é uma das

Regiões mais devastadas do país. A conservação das florestas data de antes de 1800, quando algumas medidas foram tomadas, tendo em vista a grande retirada de pau-brasil (*Caesalpinia echinata*), árvore que chegou a marcar um ciclo econômico do país.

Do ponto de vista institucional, alguns momentos foram importantes, como em 1921, quando foi criado o Serviço Florestal no Brasil, passando por sucessivas reformas. Em 1967 foi criado o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, substituindo o Serviço Florestal, bem como do ex-Instituto Nacional do Pinho.

Internacionalmente, o sentido de conservação se espalhou pelo mundo, sobre tudo a partir de 1930, quando foi criado o “*Office Internationale pour la Protection de la Nature*”, legalizado em 1934. A I Conferência Brasileira para Proteção da Natureza é dessa mesma data. No Brasil, as Constituições de 1934 e 1937 e a Carta Magna de 1946 tratavam do problema de conservação das florestas. (PLANÁGUA/SEMADS/GTZ, 2001).

Na época do Império, com sede no Rio de Janeiro, atribuíam-se às frequentes faltas de água na cidade, ao desmatamento dos mananciais, na Serra do Corcovado. O Imperador D. Pedro II, ordenou em 1861, o reflorestamento da Floresta da Tijuca, e posteriormente, foi criado o Parque Nacional da Floresta da Tijuca, sendo considerada uma das mais exuberantes florestas urbanas existentes no mundo.

Essa empreitada ecológica pioneira ficou a cargo do Major Acher que, auxiliado por escravos, recuperou a floresta usando mudas de várias árvores nativas ou exógenas. Mudas de cedro, canela, peroba, jacarandá, pau-ferro, jequitibá, jaqueira, aroeira e muitas outras, haviam sido aclimatadas e produzidas no Jardim Botânico. O reflorestamento durou 13 anos de plantio que foi mantido e prosseguido pelos moradores da região, destacando-se o Barão d’Escagnole e o Visconde de Taunay, embelezando locais dentro da floresta e abrindo os atuais caminhos internos (PLANÁGUA/SEMADS/GTZ, 2001).

O processo de diminuição desta cobertura florestal pode ser observado na figura 2, com rápido decréscimo percentual da Mata Atlântica, a partir da primeira década do Século XX, em todo o Estado do Rio de Janeiro.

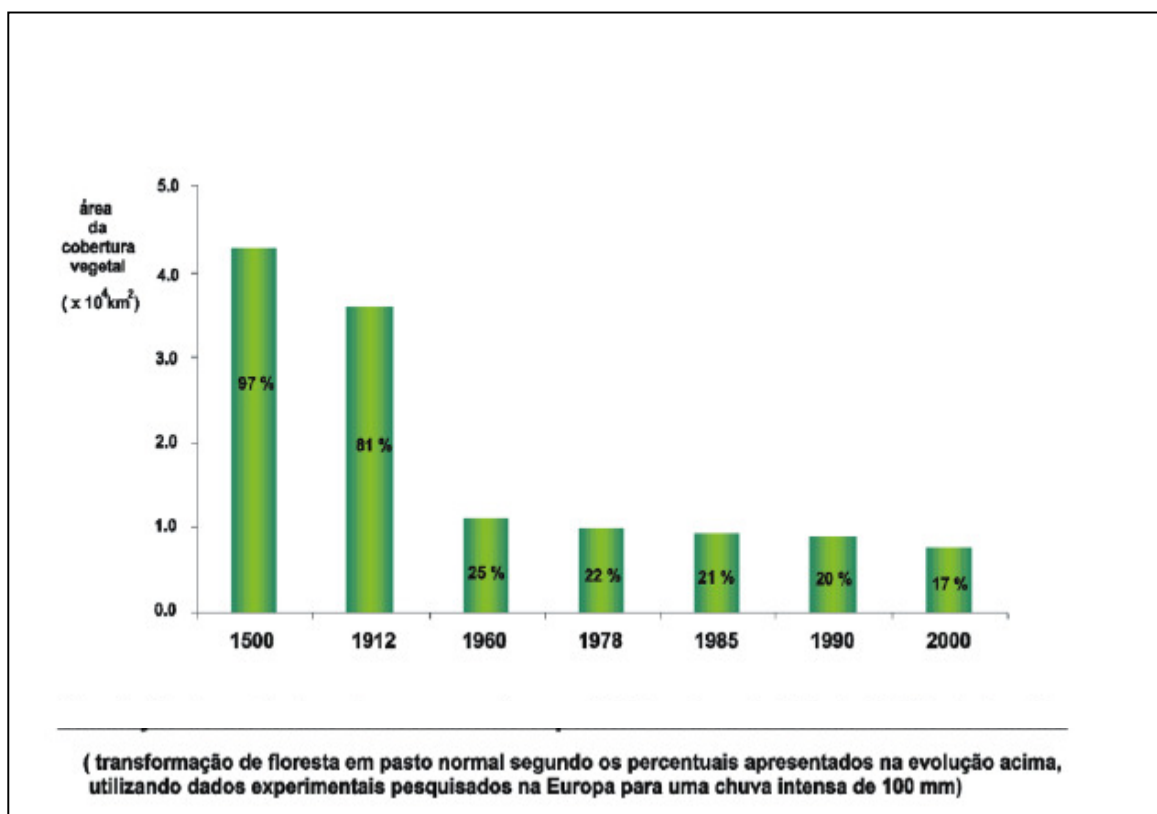


FIGURA 2 – Evolução da Cobertura Florestal no Estado do Rio de Janeiro

Fonte: PLANÁGUA/SEMADS/GTZ (2001)

Originalmente, a cobertura florestal do Estado do Rio de Janeiro era de 97% e, atualmente, se encontra reduzida a cerca 17%. Mesmo as áreas de Proteção Ambiental não são respeitadas, conforme pode ser verificada na tabela 1. Segundo a organização *World Wildlife Foundation* – WWF, “o Brasil já perdeu dois quintos de suas florestas naturais. A lei atualmente em vigor, que estabelece reservas legais de florestas naturais, não impediu que o Brasil se transformasse no segundo país mais desmatado do mundo, logo atrás da China. Ignora-se a Lei Florestal, de 1965, o antigo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, atual Ibama, criado em 1967, assim como a Lei 9.605, de 12/02/98, contra Crimes Ambientais.” (PLANÁGUA/SEMADS/GTZ, 2001, pág. 144).

TABELA 1 - Evolução da cobertura florestal: 1500/2000. Estado do Rio de Janeiro

Ano	Área (ha)	Cobertura Florestal Remanescente (%)
1500	4.294.000	97,00
1912	3.585.000	81,00
1960	1.106.700	25,20
1978	973.900	22,18
1985	937.100	21,34
1990	896.200	20,41
1995	738.402	16,82
2000	734.629	16,73

Fonte: FUNDAÇÃO S.O.S. MATA ATLÂNTICA/INPE (2001)

2.1.3 Matas Ciliares

As matas ciliares têm sido objeto de estudo devido a sua influência na recuperação e preservação dos rios, tanto quanto ao volume de água quanto aos problemas de assoreamento. A mata, ou a vegetação ciliar, representa o final do percurso da enxurrada, a qual começa muito distante dali e sozinha não pode resolver o efeito da erosão do solo da bacia.

A água começa a correr no divisor de águas, limite das bacias hidrográficas dos rios ou seus afluentes e riachos. Essas águas precisam ser contidas logo no início do seu percurso para que se infiltrem no solo e assim o seu escoamento será evitado ou reduzido, para evitar a erosão superficial, antes de chegar às matas ciliares. Os fatores que compõem o sistema solo-água-planta devem ser bem compreendidos e a sua importância divulgada para que haja maior conscientização dos usuários desse sistema.

2.1.4 O Lençol Freático

No meio ambiente, o lençol freático pode ser considerado um dos componentes mais importantes. O lençol freático é um rio subterrâneo invisível, um rio ecológico, repositório das

águas que escaparam das perdas nas redes de drenagem, sendo infiltrada no solo e, quando encontra um terreno impermeável, fica nele acumulado.

São os lençóis freáticos que alimentam os cursos d'água de superfície, os rios visíveis e lagos, durante a estiagem. A sua existência e potencial de exploração dependem da estrutura dos solos e da extensão das áreas revestidas por vegetação. Se não existir esse revestimento ou estruturas para retenção das águas, não haverá lençol freático o que acarretará um comprometimento na estabilidade dos fluxos dos rios superficiais que alimentam as represas, ou grandes reservatórios de múltiplo uso, de grande importância, atualmente, para o desenvolvimento sustentável, sobretudo nas regiões semi-áridas.

2.2 Fatores Antrópicos na Ocupação da Bacia Hidrográfica

2.2.1 O Manejo inadequado dos Solos

Desde a década de 60 o processo de ocupação do solo vem se intensificando e os serviços públicos locais não conseguem atender á demanda crescente, nem evitar a ocupação desordenada e predatória do solo. Desta forma, Oliveira e Drumond afirmam que *“o manejo inadequado dos solos é muito grave é o que traz conseqüências mais imediatas, pois sendo o suporte das plantas nativas ou cultivadas, o seu efeito é logo constatado por meio da redução, tanto da biomassa nativa quanto da produtividade das culturas, refletindo-se na economicidade”* (OLIVEIRA e DRUMOND, 2003, pág. 3).

2.2.2 A Água e a Saúde Pública

A água funciona, às vezes, como veículo transmissor de doenças, podendo este processo ocorrer como: veículo de transmissão (cólera, febre tifóide, esquistossomose, diarréias, hepatite, disenteria amebiana, etc), ou como veículo indireto de transmissão com foco de mosquitos (malária, febre amarela, dengue, etc).

A gravidade do problema de saneamento básico no país pode ser constatada através da pesquisa realizada pelo IBGE em 1989/1990, em 4.425 municípios brasileiros (IBGE, 2001): 51% da água consumida pela população brasileira provêm dos rios; 92% dos esgotos domésticos gerados pela população são lançados nestes mesmos rios, sem qualquer tipo de tratamento; 67% dos casos de internações hospitalares no país estão relacionados com doenças veiculação hídrica.

Estudos do *Pacific Institute of Oakland*, na Califórnia prevêm que 76 milhões de pessoas

morrerão de doenças relacionadas à água até 2020. As crianças serão as mais afetadas por males causados pelo uso e ingestão de água contaminada. No mesmo período serão registrados 65 milhões de casos fatais em consequência da Aids em todo o mundo (PELTIER, 2002). Tais evidências demonstram o grande desafio que se coloca para a política de saúde pública e a necessidade do saneamento ambiental das cidades.

2.2.3 Reflexos do Consumo de Água

Já estamos vivenciando, no Século XXI, problemas de escassez de água no mundo. Na China, por exemplo, quase 80 milhões de chineses andam mais de 11 km por dia para conseguir água. Também se encontram na faixa de escassez hídrica, países como Malta, Kuwait, Egito, Arábia Saudita, Jordânia, Líbia, Israel, Tunísia, Barbados, Tailândia, Singapura, Cabo Verde, Burundi, Argélia e Bélgica, entre outros. Nos territórios palestinos a situação é considerada alarmante, podendo acirrar a disputa e os conflitos existentes. A disponibilidade de água chega a 500 m³ por ano, quando a necessidade mínima seria de 2000 m³ (PLANÁGUA/SEMADS/GTZ, 2001).

De acordo com o relatório da ONU, divulgado na Conferência Internacional sobre a água de Paris, em 1998, existiam 70 regiões no Planeta em confronto pelo controle das fontes da água potável. Cerca de 200 bacias hidrográficas estão localizadas em áreas de fronteiras desses países, o que pode ocasionar graves conflitos entre os povos (PLANÁGUA/SEMADS/GTZ, 2001).

No Brasil a oferta de água nas cidades vem diminuindo por conta do aumento crescente da urbanização e poluição dos mananciais. A escassez de água está diretamente ligada a combinações de fatores como crescimento populacional exagerado, diminuição da cobertura vegetal e comprometimento dos recursos hídricos pela degradação ambiental.

Nas tabelas 2 e 3, pode-se constatar que enquanto a população urbana no Brasil vem crescendo vertiginosamente, a disponibilidade dos recursos hídricos vem diminuindo, pelos motivos citados anteriormente. A população urbana do país aumentou 137% em 26 anos, reduzindo por isso a relação homem/disponibilidade hídrica, o que deverá ser revisto o quanto antes (PLANÁGUA/SEMADS/GTZ, 2001).

TABELA 2 - Crescimento da População Urbana no Brasil

Ano	População – Milhões
1970	52
1996	123
2000	166,7

Fonte: PLANÁGUA/SEMADS/GTZ (2001)

TABELA 3 – Disponibilidade Hídrica

Ano	Disponibilidade Hídrica (m ³ /Habitantes/Ano)
1950	105.000 m ³ /habitantes/ano
2000	28.200 m ³ /habitantes/ano

Fonte: PLANÁGUA/SEMADS/GTZ (2001)

2.2.4 Águas Subterrâneas

A água doce estocada no subsolo representa mais de 90% do total de recurso disponível para o consumo humano. No entanto o uso dessas águas ainda é muito modesto no Brasil e apesar de ter aumentado seu consumo nas últimas décadas em relação aos países desenvolvidos, a sua exploração é relativamente baixa, muito aquém de sua potencialidade. A importância presente e futura dessas águas requer permanente proteção de contaminações ocasionadas por lixões, despejos tóxicos industriais, agrotóxicos e fertilizantes (nitratos) usados na agricultura, acidentes com o transporte de produtos (solventes, óleos), postos de gasolinas, oleodutos, extrações de areia em cavas e poluição do ar por emissões, chuvas ácidas e outras.

Na I Conferência Mundial de Água, realizada em Mar del Plata em 1977, constatou-se que cerca de 70% das cidades carentes de água potável no Terceiro Mundo poderiam ser abastecidas ou reforçadas de forma mais barata e rápida, utilizando-se águas subterrâneas, o mesmo acontece

com a maioria das comunidades rurais.

2.3 Alguns Aspectos Legais aplicados aos Recursos Hídricos

Desde os tempos antigos, a preocupação com a escassez da água já era observada, conforme esclarece Ottoni: “*as primeiras leis escritas da humanidade são códigos que regulam o uso da água*” (OTTONI, 1966, pág. 7). No caso brasileiro, esta preocupação também era sentida, assim: “*desde os tempos da Colônia, registram-se problemas com a poluição das águas. No Século XVII, por exemplo, criou-se até uma lei que proibia aos donos de porcos sujarem os rios (...) Ainda hoje, no Brasil muita gente não reconhece os rios, lagoas e lagos como uma fonte de vida*” (PLANÁGUA/SEMADS/GTZ, 2001, pág. 39).

Em 1979 entrou em vigor a Legislação Federal de preservação de áreas ‘*non aedificandi*’, mesmo assim continuam ocorrendo assentamentos informais em várzeas inundáveis e o aumento do volume de tráfego de veículos, implicando na necessidade cada vez mais de espaço nas vias, acarretando em capeamentos progressivos dos canais, os quais eram originalmente implantados com seções abertas.

Os meios e instrumentos para adequado gerenciamento da água estão previstos na legislação de recursos hídricos – Lei Federal 9.433/97 e Lei Estadual 3.239/99, assim como na Agenda 21, de forma que os poderes públicos, em todos os seus níveis, em parceria com a sociedade, possam atuar pró-ativamente em seus fóruns, como o Conselho Estadual de Recursos Hídricos, em defesa do uso sustentável, não só da água como também de outros recursos naturais, tendo a bacia hidrográfica como unidade de referência e planejamento.

A situação caracterizada anteriormente descreve, de maneira geral, os fatores naturais e antrópicos determinantes no processo de ocupação desordenado das bacias hidrográficas localizadas em áreas urbanas. Tal situação impõe que se apliquem princípios básicos de gestão, tais como: educação ambiental associada à intervenção em pontos estratégicos.

A seguir será abordado o processo de urbanização ocorrido desde a fundação da cidade do Rio de Janeiro.

CAPÍTULO 3 – A Ocupação Urbana na História da Cidade do Rio de Janeiro

“E, se alguma obra da presente geração sobrenadar o vasto oceano do tempo, certo não será um palácio ou catedral, mas algum grande aqueduto ou amplo reservatório; e, se nomes brilharem através das brumas do passado, serão eles, provavelmente, os dos homens que, em sua época, tenham promovido o bem-estar dos contemporâneos, ligando suas memórias à obras análogas, de pública utilidade ou de geral benemerência” (DAVID C. BEAMAN, apud SILVA, 1988a, pág. 60).

“(...) o povo foge do campo em busca do sonho cidade e vai fazer sua casa no morro ou no esgoto, a água ganha um canal para correr mais depressa o lixo engorda a panela do rio que está repleto (...)” Fernando Brant (RESENDE e HELLER, 2002, pág. 225).

3.1 A Evolução da Ocupação na Cidade

Em 1585, segundo o Barão do Rio Branco (ESQUISSE DE L’HISTOIRE DU BRÉSIL, p. 116, apud SILVA, 1988a), o número de habitantes entre brancos, pretos e índios civilizados, estava por volta de 3.850. Outros autores informam que em 1710, a cidade possuía uma população de 12.000 habitantes; em 1750, 25.000 habitantes e finalmente, em 1760, cerca de 30.000 habitantes. Estes dados não são considerados oficiais e podem ser observados na Tabela 4.

O Conde de Resende mandou realizar um censo mais completo no Rio antigo, em 1799, com uma população estimada em 43.376 habitantes (SILVA, 1988a). O Padre Luiz Gonçalves dos Santos, em princípios de 1808, atribuiu para o Rio de Janeiro uma população de 60.000 habitantes. Só depois de 1821 é que se pode considerar os dados mais confiáveis. Segundo Silva, *“os dados de 1849 e 1856 são, infelizmente viciados, sendo o primeiro por excesso e o outro por deficiência. Encontramos referências a 180.000 habitantes em 1850, em outras estatísticas”* (SILVA, 1988a, pág. 17).

Em 1808, no perímetro urbano, a cidade já tinha 6 becos, 19 largos e praças, 46 ruas e 4 travessas. Vinte anos mais tarde, os logradouros eram muito mais numerosos com 35 becos, 1 ladeira, 11 largos, 2 praças, 13 praias, 90 ruas, 16 travessas e 6 morros (SILVA, 1988a).

TABELA 4 – Crescimento da População do Rio Antigo

ANO	POPULAÇÃO	ANO	POPULAÇÃO
1.585	3.850	1.856	151.665
1.710	12.000	1.870	235.381
1.750	25.000	1.872	274.972
1.760	30.000	1.890	522.651
1.799	43.376	1.906	811.443
1.808	60.000	1.920	1.157.873
1.821	112.695	1.940	1.764.141
1.838	137.078	1.950	2.377.451
1.849	266.466	1.960*	3.220.000

*Estimativa – Número de habitantes. Fonte: SILVA (1988a)

O aumento populacional não foi acompanhado pelo crescimento econômico nem o progresso material, mas a evolução dos hábitos higiênicos dos habitantes e a postura do Governo em relação à higiene foram aos poucos sendo introduzidos.

As construções das casas não eram feitas de forma que a ventilação e a iluminação fossem naturais; as instalações sanitárias eram nos fundos e escondidas e escuras com a finalidade de se protegerem dos olhares dos outros, seguindo os costumes pudicos da época.

O manuseio das águas servidas também não atendia as condições de higiene e eram jogadas na via pública e várias valas foram abertas tornando-se verdadeiros lameiros e cloacas. Esse hábito generalizado comprometeu o estado sanitário da cidade, tornando-se foco de mosquitos, maus odores e doenças.

Nas figuras 3 e 4, pode-se observar o processo de urbanização em dois momentos diferentes da história da cidade.

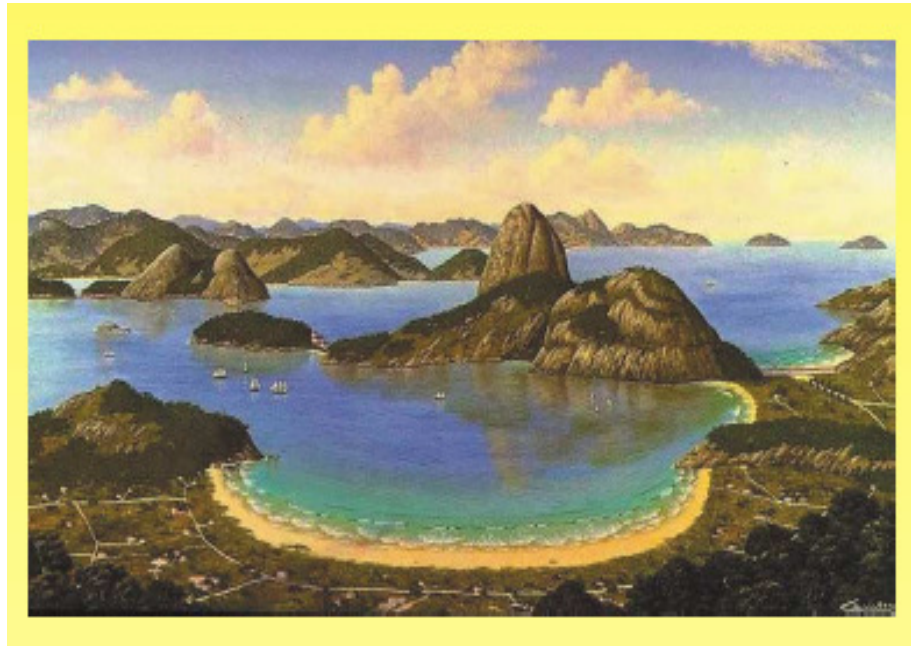


FIGURA 3 – Início da Urbanização da Cidade do Rio de Janeiro. Fonte: PLANÁGUA/SEMADS/GTZ (2001)

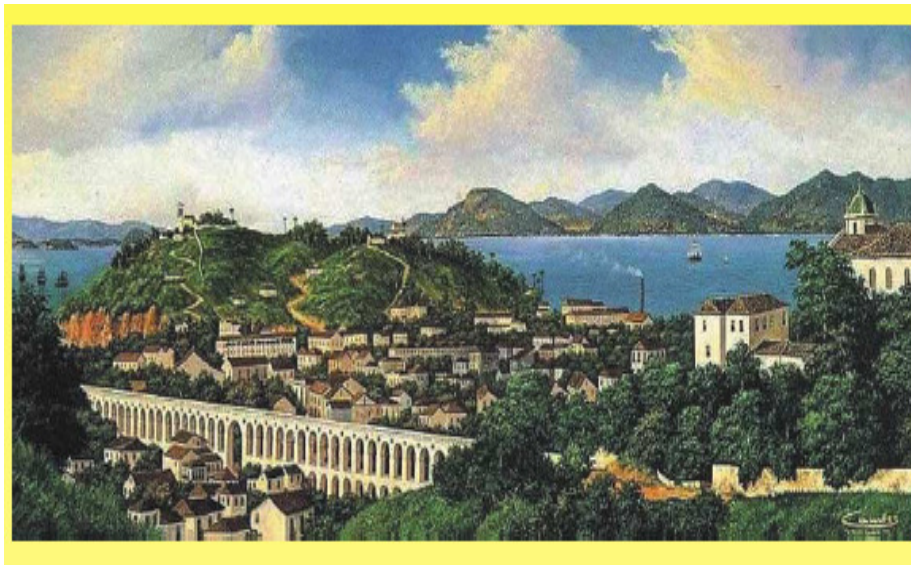


FIGURA 4 – Evolução da Urbanização da Cidade do Rio de Janeiro. Fonte: PLANÁGUA/SEMADS/GTZ (2001)

O Prefeito Pereira Passos modificou radicalmente a estrutura urbana do Rio de Janeiro, sendo condizente com as determinações econômicas e ideológicas da época. Benchimol (1992 apud Silva, 1998) destaca que: “*a política sanitária, executada no transcurso da renovação urbana, respondia ‘a necessidade de expansão capitalista, com as peculiaridades históricas que teve na formação social brasileira’*” (pág.53).

A remodelação e o saneamento da cidade se deram com o sacrifício da população mais pobre, que foi sendo desalojada do seu centro. A idéia era de transformar o traçado urbano colonial, que era composto por ruas tortuosas, vielas estreitas e mal ventiladas tomadas pelos ‘cortiços’ ou ‘cabeças de porco’, como eram denominados. Muitas construções históricas foram demolidas ao ‘estilo arrasa quarteirão’ para dar lugar às grandes avenidas, dentro de uma concepção ‘higienista’ nos moldes franceses.

A população desalojada busca nos morros situados no centro da cidade, como da Providência, São Carlos, Santo Antônio e outros, uma forma de habitação popular que marcaria profundamente a aparência da cidade, a ‘favela’, termo hoje substituído por ‘comunidade’, na tentativa de reduzir o estigma da palavra. Desde 1897, o Morro da Providência já era conhecido como Morro da Favela, quando passou a ser habitado por militares de baixa hierarquia, ao retornar da Guerra de Canudos. Uma das origens do termo ‘favela’ é atribuída ao arbusto xerófilo que existia na cidade do Rio de Janeiro, sendo ainda encontrado no nordeste brasileiro. Tal arbusto, originário da Mata Atlântica, era comum em dois morros que protegiam a cidade de Canudos fundada pelo ‘Beato’ Antônio Conselheiro. A tropa do Governo Prudente de Moraes, que se protegia à sombra desse arbusto, aí realizou o maior genocídio da história do Brasil.

Este contexto urbano também sofreu influência das indústrias que se implantavam oferecendo remuneração mais alta e atraíam a população do campo em busca de melhores condições de vida. Uma parte considerável desta população preferiu se radicar nos subúrbios, contribuindo assim para a ocupação efetiva nas freguesias de Inhaúma, Engenho Novo, Campo Grande, Guaratiba, Ilha do Governador e Santa Cruz.

O número das favelas que em 1920 era de 14, ultrapassou mais de 500 no ano de 2000, período em que muita coisa mudou na realidade dos morros cariocas. Hoje a população das favelas representa quase 20% da população total do município do Rio de Janeiro conforme apresentado nas figuras 5 e 6.

Algumas comunidades viraram complexos que ultrapassam os 50 mil habitantes. Áreas

como as da Zona Oeste, tornaram-se opção de moradia barata e lideram hoje a escalada de novas construções na cidade (PREFEITURA MUNICIPAL DO RIO DE JANEIRO, 2003).

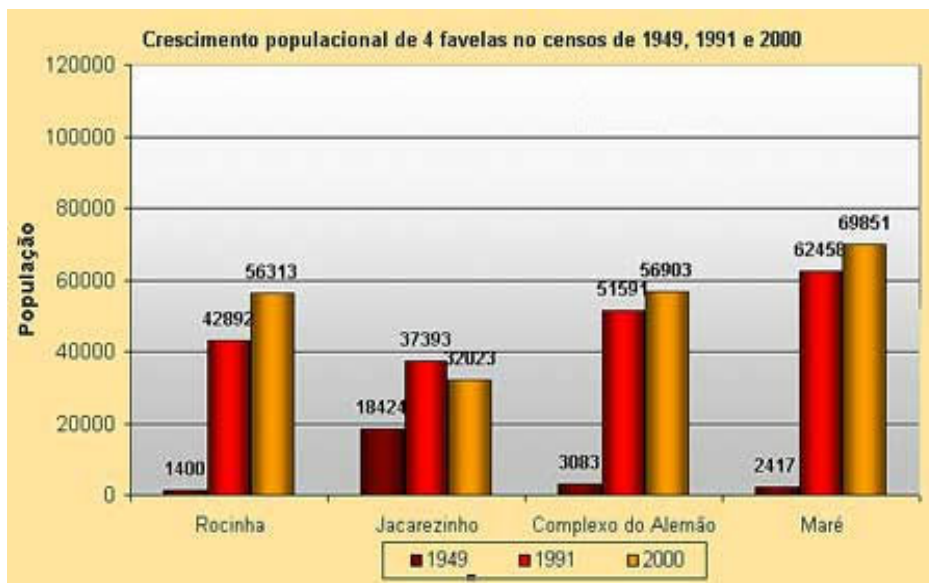


FIGURA 5 – Crescimento populacional de 4 favelas nos censos de 1940, 1991 e 2000 – Rio de Janeiro. Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DO RIO DE JANEIRO (2003)

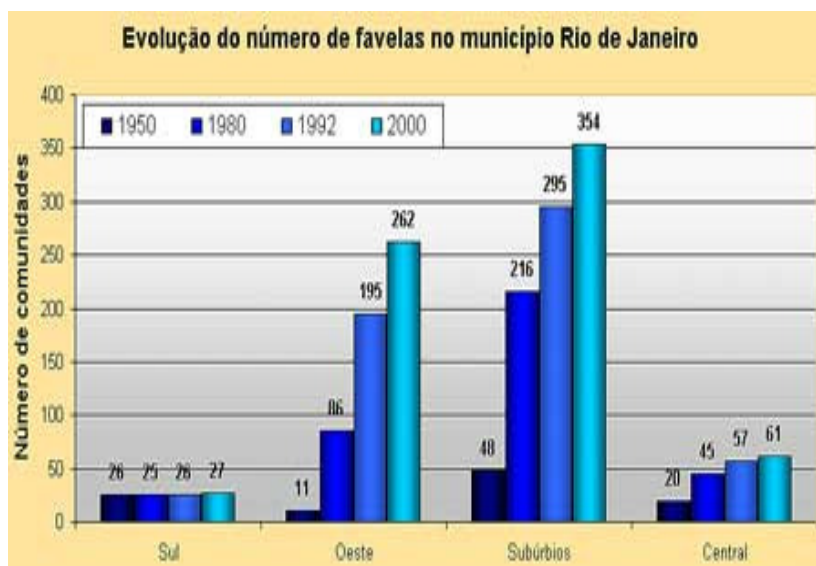


FIGURA 6 – Evolução do número de favelas no Município do Rio de Janeiro. Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DO RIO DE JANEIRO (2003)

3.2 As Condições Sanitárias da Cidade do Rio de Janeiro

A situação sanitária do Rio de Janeiro, desde a época de sua fundação, passou por várias etapas dentro do processo de sua implantação e crescimento. Inicialmente, sem conhecimento dos efeitos das doenças relacionadas à contaminação da água por esgotos e detritos, os governos e as populações iam se adaptando às condições e tecnologias existentes na época. As condições sanitárias eram precárias e muitas doenças contagiosas proliferavam no cenário carioca e foram agravadas em meados do século XIX.

Os médicos e higienistas da época, como Dr. Meireles, Valadão, De Simone e José Bento, defendiam a tese que os “miasmas era, então, o conjunto metafísico de todas as exalações ou emanações mal cheirosas que ocorriam em muitos lugares, servindo de agente patogênico da maioria das doenças que afetam a saúde da população” (SILVA, 1988b, pág. 24).

De 1663 a 1666, a epidemia de varíola assolou a cidade, e novamente em 1834, 1835, 1836, 1844, 1848, 1850, 1865, 1873, 1882 e 1887, se manifestou com o crescimento da cidade.

A febre amarela provocou o aumento da mortalidade e preocupava não só a população como também as autoridades. Acredita-se que foi trazida para o Brasil, oriunda de Tenerife, em 1555, dizimando e afugentando os índios para o interior. O surto durou até 1692, quando houve uma parada, reincidindo em 1849, provavelmente trazida da Europa. Esse novo surto de febre amarela só foi debelado em 1908 graças aos notáveis trabalhos de profilaxia iniciados por Oswaldo Cruz, entre 1902 a 1906, durante o Governo do Presidente Rodrigues Alves.

A aprovação da lei da vacina obrigatória contra a varíola em todo o território nacional acabou culminando no movimento que ficou conhecido como a ‘Revolta da Vacina’. Iyda (1994 apud Silva, 1998) remarca que no início do século XX ocorreram as campanhas sanitárias dos portos marítimos do Brasil, integrando-se a um vasto programa de saneamento mundial facilitado pela criação, em 1902, da Organização Panamericana de Saúde.

Em 1879, o Dr. Gama Rosa, em artigos publicados na imprensa, afirmava que os aterros dos pântanos, que foram feitos por toda parte, deram origem à “*espantosa progressão das afecções miasmáticas e principalmente, da sua mais alta expressão: a febre perniciosa*” (SILVA, 1988b, pág. 24).

O Dr. João de Barros Barreto, em tese de concurso publicada em 1888, declarava que houve nada menos que vinte e três epidemias mortíferas no Rio de Janeiro, entre 1830 e 1851,

das quais a de 1849, de febre amarela matou 4160 pessoas (SILVA, 1988b, pág. 24).

Em 1829, a Sociedade de Medicina do Rio de Janeiro foi fundada com a finalidade de melhor debater e compreender os problemas médico-sanitários da cidade.

Dentre os vários estudos e relatórios, o mais relevante é o da Comissão de Salubridade Geral da Corte, de 1831, da recém-criada Sociedade de Medicina do Rio de Janeiro, sugere-se o 'plano de nivelamento geral da cidade', capaz de melhorar as condições de esgotamento pluvial das ruas.

Em 1849, o surto epidêmico levou o Governo a criar a Junta Central de Higiene Pública, com o Decreto nº 598, de 1850, com a finalidade de coordenar e fiscalizar os trabalhos de higiene dos portos e das cidades. Os trabalhos do novo órgão foram notáveis, principalmente quando ocupou a sua presidência, o Barão do Lavradio, Dr. José Pereira do Rêgo.

Para a solução do problema do esgoto sanitário, uma das idéias que teve apoio de vários técnicos era a construção de rede de esgoto unitária nos moldes parisienses, rede essa capaz não só de escoar as águas pluviais, como também arrastar os dejetos por vias hidráulicas. Essa e outras não passaram dos debates, que eram apenas de natureza acadêmica e não se adequavam ao caráter prático a ponto de se tornar medidas governamentais. O fato relevante desse debate foi o entrosamento de figuras de projeção no Parlamento com os melhores médicos da época, levando a unificação dos pontos de vista e ao Governo a mandar equipes estudarem o problema dos esgotos sanitários e das águas pluviais na Europa.

A Lei nº 719 de 1853 autorizava o Imperador D. Pedro II a contratar a execução do serviço de limpeza das casas da Cidade do Rio de Janeiro, e do esgoto das águas pluviais (SILVA, 1988b). A Lei, por conta da burocracia da época, não trouxe logo grandes benefícios para a solução do problema, que continuou até meados de 1855. Em junho desse ano a cidade viu-se com uma violenta epidemia de *cólera morbis* e, em poucas semanas, vitimou cerca de cinco mil pessoas. Segundo o barão do Lavradio, o *cólera morbis* matou cerca de duzentas mil pessoas no Brasil, entre 1855 e 1867.

Esse fato tão devastador e de tal gravidade levou o Governo a ratificar as disposições da Lei anterior, no sentido de serem imediatamente contratados os serviços de construção da rede de esgoto da cidade, podendo até conceder à respectiva companhia contratante, 'privilégios exclusivos' para a exploração dos mesmos (Art.17, da Lei nº 884, de 1856). O contrato que foi

assinado, em 1857, em seus termos básicos, dava aos contratantes o direito exclusivo de esgotar as ruas e os prédios durante 90 anos consecutivos, com a condição de adotar um sistema de esgotamento idêntico ao da Inglaterra. Esse sistema era conhecido como ‘misto’ ou ‘parcial inglês’, com duas redes públicas: uma de esgotos sanitários e outra de águas pluviais. A primeira recebia não só as águas servidas dos prédios, mas também as águas pluviais que caíam nos telhados e pátios internos.

Com esse contrato, coube aos empresários a obrigação de construir e estender, com recursos próprios, todas as obras necessárias aos serviços de esgotamento sanitários, tornando-se um marco definitivo para o saneamento da cidade do Rio de Janeiro, a segunda capital do mundo a receber esse importante melhoramento público. Londres foi a primeira cidade do mundo a implantar serviços de saneamento em 1815.

D. Pedro II passou para a história como o grande patrocinador de importantes melhoramentos públicos e, sem dúvida, o mais importante, foi o serviço de esgotamento sanitário e águas pluviais. Desses serviços, destacam-se: o começo da navegação a vapor, entre o Brasil e a Europa, por uma companhia inglesa em 1851; o Telégrafo Nacional em 1852; o início do calçamento a paralelepípedo em 1856; mudança do matadouro do centro da cidade, da Praia de Santa Luzia para São Cristóvão, em 1853, e mais tarde em 1876, foi transferido de novo, para Santa Cruz; inauguração do Serviço de Iluminação a Gás em 1854; construção do 1º trecho da atual Estrada de Ferro Central do Brasil em 1858; inauguração do Serviço de Bondes, puxados a burros em 1859; criação do Ministério da Agricultura, Comércio e Obras Públicas em 1860; criação do Corpo de Bombeiros, em caráter provisório e organização definitiva em 1860 em 1856; criação do Serviço Telefônico, no Rio de Janeiro e em Niterói em 1879; reforço do abastecimento d’água da cidade, com nova Adutora em 1880.

3.3 O Sistema de Esgoto Sanitário

A história da povoação da cidade foi evoluindo de forma bastante primitiva como a de todas as outras, muito embora tenha começado já no século XVI. Com as antigas lagoas, aterros, valas, desmontes de morros, as ruas foram se formando estreitas, tortuosas e infectas, sem ordenação ou qualquer planejamento.

A cidade foi se expandindo pela planície, ficando inundada pelas águas de chuvas que desciam dos morros que circundavam a região como os de São Diogo, do Pinto, do Desterro,

atualmente Santa Teresa, do Livramento, da Gambôa, e outros. Outras áreas mais enxutas foram logo ocupadas: uma pequena várzea entre os Morros do Castelo, de São Bento, da Conceição e de São Antônio. Até mesmo nessas áreas havia algumas lagoas para as quais se encaminhavam águas da própria Baía de Guanabara, na época de maré alta, que alagavam a parte central da cidade fazendo as lagoas transbordar. As águas invadiam o Passeio Público e escoavam para os pontos mais baixos da Praça Mauá.

As lagoas de Santo Antônio e do Boqueirão eram separadas por uma elevação chamada de Caminho do Desterro, atualmente Rua Evaristo da Veiga. Lagoas que se tornaram famosas, como a do Desterro, que ficava no sítio da atual Rua dos Arcos, iam do antigo Campo dos Ciganos até a Rua Riachuelo.

No 3º Vice-Reinado do Brasil, de 1769 a 1779, D. Luiz de Almeida Portugal Soares D'Eça Alarcão de Melo e Silva Mascarenhas, que devido ao extenso nome ficou conhecido por seu título de nobreza, Marquês de Lavradio, virando nome de rua que permanece até hoje, começou o aterro desse brejo formando o Passeio Público. A Lagoa do Desterro também foi aterrada com as terras do desmonte do Outeiro das Mangueiras.

No 5º Vice-Reinado, de 1790 a 1801, D. José Luiz de Castro, o Conde de Resende, concluiu o aterro do Pantanal, abrindo diversas ruas na área aterrada.

A Lagoa de Santo Antônio tornou-se a mais importante por estar localizada na parte central da cidade, espalhando-se dos fundos do atual Teatro Municipal até o Largo da Carioca e da Rua 13 de Maio até o Palácio Monroe, hoje já demolido. Suas águas escoavam naturalmente ao longo da Rua Uruguaiana sangrando na Prainha, atual Praça Mauá.

A lagoa da Sentinela começou a ser aterrada no 1º Vice-Reinado, no Governo de D. Antônio Álvares da Cunha, de 1763 a 1767, e foi concluída depois que a Corte Portuguesa veio para o Brasil. Esta área ficou conhecida como Zona do Aterrado, mudando depois para Cidade Nova e, finalmente para 'Mangue', nome que se conserva até hoje.

Na área formada pelo aterro da Lagoa da Sentinela, com cerca de 2.200.000m², o Barão de Sepetiba e o Dr. Haddock Lobo, respectivamente, fizeram projetos para construir um canal e drenar as águas desta área. Somente em 1858, através do contrato que Mauá conseguiu com o Governo, foi que a obra começou, sendo seu trecho inicial da Praça XI de Junho à Ponte dos Marinheiros, com uma extensão de 1.176m. Desde 1851, Mauá já estava ligado ao progresso da

área do Aterrado, graças à Companhia de Gás de Iluminação que ele organizara.

As formas iniciais de afastamento dos esgotos se realizavam através das valas e aterros iam sendo construídos como forma primária de ‘saneamento’. Dentre as várias valas que sulcaram a cidade, “*acabaram tornando-se condutos forçados das imundices da população*” (SILVA, 1988b, pág. 18), destacando-se as seguintes: a que partia da Rua Matacavalos, atual Rua do Riachuelo, seguia por parte das ruas do Lavradio e Inválidos, Ruas do Resende, Nova do Conde, atual Rua Frei Caneca, Formosa, atual Rua General Caldwell e desaguava na Lagoa da Sentinela. A vala continuou seu trajeto pela Rua do Areal, atual Rua Moncorvo Filho, Rua das Flores, atual Rua de Santana, vindo finalmente lançar seus efluentes no Mangue da Cidade Nova e depois foi aberto o atual Canal do Mangue.

Onde hoje é a Igreja do Sacramento, era um pântano onde nascia um braço da vala anterior, passando pelo Largo do Rossio, atual Praça Tiradentes, cruzando as Ruas do Lavradio e dos Inválidos, seguindo pelo lado da Matriz de Santo Antônio, pelos fundos dos terrenos da Rua do Senado até lançar-se nessa vala.

Na Rua de São Lourenço, atual Rua Visconde da Gávea, uma vala central e importante começava, perto da Chácara dos Cajueiros, passando pelo Campo de Santana, junto à atual Estrada de Ferro Central do Brasil, Rua Diogo, atual Rua General Pedra, Rua Santa Rosa, atual Rua Marquês de Pombal, desaguando também no Mangue da Cidade Nova.

A vala, não resolvendo o problema sanitário pela imundície que se transformou, recebia muitas críticas na época, pois acontecia com frequência de nobres ilustres caírem nelas à noite. O Conde da Cunha tomou a iniciativa de cobrir a vala, numa extensão de quase 600 m, com lajeados de pedra. Em 1790, o Conde de Resende substituiu os lajeados por uma abóbada de alvenaria de pedra mais segura e durável.

No relatório da Junta Central de Higiene Pública, conta o barão do Lavradio, em 1842, que “quando a Câmara mandou proceder a mais uma limpeza da vala, foram tão numerosos os casos de febre perniciosa na cidade que os trabalhos de limpeza tiveram de ser logo suspensos. (...) Esse violento surto de doenças era devido aos miasmas que estavam se desprendendo da vala” (SILVA, 1988b, pág. 19).

Houve várias tentativas de melhoramento para o transporte do material fecal e de dejetos. Formou-se na época companhias particulares para fazer esse trabalho, propunham-se a alugar

barris ou tinas especiais para transportá-los quando cheios, em carroças apropriadas. A Cia. Galvani foi organizada com a proteção da própria Câmara Municipal e se comprometia a entregar os esgotos em barris de ferro hermeticamente fechados. A Empresa Rhodes, constituída para o mesmo fim, acabou sendo liquidada por insucesso comercial.

O Governo do Vice-Rei Conde de Resende acabou por extinguir as grandes fossas da Praça da República abertas pela Câmara, as quais haviam se transformado em imensas e perigosas cloacas, além de aterrar toda área contaminada.

A indignação da população contra a falta de limpeza das valas e com a inundação das ruas chegou ao clímax em 1842, quando a Câmara Municipal viu-se obrigada a tomar providências urgentes. Os engenheiros e técnicos mais ilustres foram consultados, entre os quais o Senador José Saturnino da Costa Pereira e os Conselheiros de Estado. A consulta era para saber qual a solução mais adequada para resolver os problemas de saneamento da cidade, mas as opiniões divergiram-se e a Câmara ficou diante do impasse de aterrar ou não as valas.

A construção da vala não se mostrou suficiente para resolver o problema de escoamento das águas da Lagoa, o que levou a Câmara a tratar com o Mestre Pedreiro Antônio Tavares, em 1646, a instalação de um conduto aberto, de pedra e cal, com o fim de levar as águas para o Terreiro ou Praia do Carmo, hoje Praça 15 de Novembro. Esta obra passou a ser chamada o ‘Cano’ e o local por onde ele passava ficou conhecido como a Rua do Cano, e em 1856, passou a se chamar Rua Sete de Setembro. A vala por muito tempo delimitou a área urbana do Rio Antigo, porque além dela só havia terrenos e pantanais desertos.

De 1830 a 1842, com o agravamento das condições de saneamento da cidade, as várias epidemias de varíola e surtos de febre amarela geraram um grande número de vítimas. Assim, promulgou-se a Lei nº 719 de 1853, que autorizava a D. Pedro II a realizar a contrato para obras de saneamento.

Em 1862, foi criada em Londres a *‘The Rio de Janeiro City Improvements Company Limited’*, conhecida como ‘City’, de modo a adequar-se ao Contrato de 1857. A partir daí teve início uma nova história do saneamento na cidade. Diversas estações de tratamento de dejetos foram construídas. Para facilitar a execução dos serviços de saneamento, no início, a cidade foi dividida em três distritos, reunindo as regiões mais povoadas. Eduardo Gotto mandou elaborar plantas das redes construídas nesses distritos.

Em 1863, a Companhia começou os trabalhos e, no ano seguinte, inaugurou a Estação Elevatória de Tratamento da Glória para esgotar 1200 casas. Os resultados dessa obra, que abrangia o 3º Distrito, impulsionaram a construção de outras e em 1866 foram inauguradas as estações da Gambôa e do Arsenal.

Em 1899, a 'City' passou a adotar o sistema de separador absoluto, onde a rede de esgotos dos prédios só coletava águas servidas. Com o aparecimento das indústrias, seus dejetos foram aos poucos sendo direcionados às redes de esgoto da Companhia, o que antes eram lançados em rios, na Lagoa Rodrigo de Freitas e na Baía de Guanabara.

3.4 O Sistema de Abastecimento de Água

O abastecimento de água da cidade, inicialmente, com a abertura de um poço no morro denominado Cara de Cão, até a construção da adutora do Guandu, transcorreu mais de quatro séculos para que o abastecimento público de água da cidade acontecesse.

Logo após o descobrimento do Brasil, os portugueses fixados na Bahia, com Mém de Sá Governador Geral do Brasil, avançaram para o sul pelo litoral com a intenção de explorar novas terras. No comando da expedição estavam André Gonçalves e Américo Vespúcio. Ao contornar as 'terras do Cabo Frio' chegaram a atual Baía de Guanabara, deparando-se com o que julgaram ser a foz de um grande rio, denominando-o de Rio de Janeiro, por ser o dia 1º de janeiro de 1502, e que mais tarde passou a se chamar São Sebastião do Rio de Janeiro (SILVA, 1988a).

Outra expedição comandada por Gonçalo Coelho penetrou rio adentro e deparou-se com a extensa baía. Nas suas margens, encontrou água doce na foz de um pequeno curso d'água límpida, nas cercanias da antiga praia do Flamengo, o qual lhe foi dado o nome de rio Carioca, sobre cuja etimologia há muitas controvérsias. Os marinheiros passaram a se servir dessa água, fato que levou essa praia a receber o nome de Praia da Aguada dos Marinheiros.

As terras brasileiras tornaram-se alvo da cobiça de outros estrangeiros e após a expulsão dos franceses da ilha de Villegaignon, a Rainha D. Catarina, regente em nome do neto o Rei D. Sebastião, enviou uma esquadra comandada por Estácio de Sá para estabelecer-se no local, com a finalidade de defender o território. Entre o Morro do Pão de Açúcar e a Urca, Estácio de Sá tratou de cuidar do abastecimento de água, a sua primeira realização.

Como nesta região havia pouca água doce límpida, foi aberto um poço no morro 'Cara de

Cão’, que ficou definitivamente incorporado a história da fundação da cidade e, no local, implantada uma pequena fonte de água de boa qualidade. Como a quantidade de água não era suficiente, os habitantes da vila recém fundada iam buscá-la no Rio Carioca, com a autorização dos silvícolas que já se serviam dela. Os índios Tamoios lhes atribuíam virtudes notáveis, como de *“fazerem vozes suaves nos músicos e mimosos carões nas damas”* (Silva, 1998a, pág. 5). Muitas lutas se travaram na disputa pela água e, em uma delas seu fundador, Estácio de Sá, acabou morrendo vítima de uma flecha envenenada.

Em 1567, a primitiva vila foi transferida por Mém de Sá, do morro ‘Cara de Cão’ para o morro do Descanso, mais tarde morro do Castelo.

Devido às dificuldades de acesso a água, logo surgiu o seu comércio feito pelos escravos e índios chamados de ‘aguadeiros’. Assim, este aspecto primário deu início ao primeiro serviço de abastecimento de água no Rio de Janeiro.

A população crescia com o passar dos anos e a água foi ficando cada vez mais escassa. Entre 1602 e 1608, o governador Martim de Sá foi pressionado para resolver o problema de falta d’água, mas não dispunha de recursos para tal.

Vaz Pinto de 1617 a 1620, como Governador do Rio de Janeiro, decidiu criar um imposto sobre quem bebesse vinho para custear as obras solicitadas pela população e nesta época a cidade já contava com quase quatro mil habitantes (SILVA, 1988a).

Em 1723 foi construído o primeiro Aqueduto para levar água ao centro da cidade, o qual descia pelo Morro do Desterro, passava pelos chamados Arcos Velhos da Carioca, chegando ao Campo de Santo Antônio. Essa construção levou ao atual Largo da Carioca, o primeiro chafariz da cidade, ao lado da escadaria que dá acesso ao Convento de Santo Antônio. Quase dez anos depois o chafariz já estava totalmente degradado e a água voltou a faltar. Assim, os Arcos Velhos foram substituídos pelos Arcos da Lapa, começando aí a era dos chafarizes.

Essa fase teve início em 1723, no período do governo de Aires Saldanha, como complemento dos trabalhos de adução do Rio Carioca. Em 1829 foi construído um grande chafariz, o da Pirâmide, na atual Praça XV. Muitos outros foram construídos e os moradores foram se servindo concomitantemente de água de poço e construindo cisternas para recolher águas da chuva que caíam dos telhados.

Outros chafarizes que foram construídos a seguir: no centro da Praça do Carmo, atualmente

Praça Quinze; em 1789, este chafariz foi demolido para facilitar as manobras militares na praça, Valentim da Fonseca e Silva (mestre Valentim) foi incumbido de construir um novo chafariz; em 1772, o Vice-Rei Marquês do Lavradio inaugurou outro cuja água derivava de uma nascente no antigo cais da Glória, entre as atuais ruas Candido Mendes e Conde Laje.

Naquele tempo a fonte do 'Menino Deus' na antiga Rua de Mata-cavalos, atual Rua do Riachuelo era que abastecia aquela região com a água da chácara do Coronel Domingos Távora.

O Vice-Rei D. Luis de Vasconcelos e Sousa, no período de 1779 a 1790, levantou outro no bairro da Lapa, projetado por Gomes Freire, aterrando também a lagoa da Ajuda, criando o Passeio Público. O chafariz foi outra obra do Mestre Valentim.

Para o abastecimento do Passeio Público e do bairro da Lapa foi construído o Chafariz das Marrecas. O chafariz dos Jacarés, também obra de Mestre Valentim, era uma construção ligada ao caráter boêmio do Vice-Rei Luís de Vasconcelos (Fonte dos Amores) que tinha a base da face voltada para a Rua do Passeio.

Os moradores dos bairros da Cidade Nova, Valongo, Gamboa e Saco do Alferes não dispunham de água, o que levou o Príncipe Regente D. João VI a determinar que uma calha de madeira conduzisse para o Campo de Sant'Ana, as águas do Rio Comprido, que na época era chamado de Iguçu (SILVA, 1988a).

O chafariz do Campo de Sant'Ana foi substituído em 1818 e ficou conhecido na época como o Chafariz das Lavadeiras, por servir as serviçais para lavar suas roupas.

Nessa mesma época, a fonte conhecida como dos 'Boiotas', situada na antiga Travessa da Barreira, hoje Rua Silva Jardim, suas águas eram ferruginosas e sulfídricas, a ela era atribuída o dom de curar certos males, cujas vítimas iam buscar alívio na madrugada, banhando-se para alívio de suas enfermidades.

A perfuração de poços foi acrescentada ao abastecimento da cidade por conta da sempre carência de água. Dentre os mais importantes, destacam-se: Poço do Porteiro, situado na base do morro do Castelo; Poço da Misericórdia, também muito usado pela população; Pocinho da Glória, no início do Catete e muito outros abertos nos quintais das casas, para uso particular.

Muitos problemas de abastecimento eram oriundos dos desmatamentos das encostas, onde se localizavam as nascentes. A Polícia da Corte, em janeiro de 1829, com a finalidade de destruir os primeiros Quilombos, dos quais, o Quilombo do Corcovado foi o pioneiro, dirigido por

Sabancarará, aumentou a erosão, de tal forma, que acarretou a diminuição da água captada na região que abastecia a Cidade (PLANÁGUA/SEMADS/GTZ, 2001).

Em 1833, uma companhia com capital brasileiro e inglês propôs a levar água encanada às casas particulares, além de serviços de esgoto e iluminação da cidade. Entre 1840 e 1844 o abastecimento de água foi sendo melhorado com a construção de novos chafarizes nos bairros da Glória, Laranjeiras, Catete e adjacências.

A cidade estava se expandindo em direção a Tijuca, no Largo do Mataporcos, hoje bairro Estácio de Sá, onde foi inaugurado um chafariz de pedra. Em 1846, com o projeto de Grandjean de Montigny, foi construído no Rossio Pequeno, hoje Praça Onze, outro chafariz em forma de grande taça, com quatro leões cujas bocas jorravam água.

Já nesta época os marinheiros em busca d'água subiam pelo braço de mar que canalizado, constituía a parte final do canal do Mangue, se serviam no chafariz já em alvenaria, com oito torneiras que ficava próximo da ponte existente, ficando conhecida como a Ponte dos Marinheiros.

A conclusão da obras nas caixas do Rio Carioca, na encosta do Jardim Botânico, permitiu instalar, em 1853, no Bairro de Botafogo e arredores, diversas torneiras públicas e chafarizes, alimentando o Largo dos Leões, do Amaral, das Três Vendas e a praia do Sapé, junto ao morro do Pasmado.

Segundo o professor Armando de Magalhães Correia autor de “Terra Carioca – Fontes e Chafarizes” (CORREIA, 1935), “os chafarizes foram os primeiros monumentos do Rio Colonial. A cidade pobre, feia, de casebres sem estética, com ruas tortuosas, ladeiras íngremes, teve como primeiro ornamento público os chafarizes. Era essa a maneira de reunir o útil ao agradável” (CORREIA, 1935, apud SILVA, 1988a).

Em 1840, Sebastião da Costa Aguiar aperfeiçoou o primitivo comércio feito no início da construção da cidade pelos escravos e indígenas aguadeiros, criando uma frota de carroças de duas rodas, puxada por um burrico, nas quais montou uma pipa. A ‘água boa do Vintém’, cuja água provinha da chácara do Vintém, no final da atual Rua Aguiar, era entregue às portas das casas dos clientes.

Os problemas de abastecimento de água na cidade não ficaram sanados com a conclusão das obras de adução do Rio Carioca em 1723. Em momentos de estiagens a população ficava sem

água e a qualidade da água dessa adução não era boa. Não bastando esses problemas, os próprios residentes que viviam à margem do aqueduto o danificavam.

O sistema de adução era feito através da captação de pequenos mananciais, por meio de calhas e telhas de barro acompanhando o declive do terreno, seguindo os velhos moldes romanos.

A deficiência do serviço foi sempre causa de apreensões dos dirigentes, tendo repercussão direta na situação política do país, a história se refere ao empenho do alferes Joaquim José da Silva Xavier, o Tiradentes, propondo-se a captar água dos mananciais da Tijuca.

À medida que a cidade foi crescendo e novos mananciais aproveitados, começou a ser socializada a distribuição de água, deixando de ser um privilégio de poucos, com a distribuição de água encanada, que durante muitos anos estava restrita a poucas casas particulares, repartições públicas e templos religiosos.

A partir dos meados do século XIX, no Brasil, foram introduzidas as tubulações de ferro fundido, possibilitando a adução com encanamento sob pressão. Assim, *“em 1876, o Governo Imperial contratou com o Engenheiro Antônio Gabrielli a construção da rede de abastecimento público”* (SILVA, 1988a, pág. 30).

O Engenheiro José de Oliveira Bulhões, Inspetor Geral de Obras Públicas, em 1866, propunha a distribuição domiciliar e já se cogitava a medição da água fornecida como forma de combater o desperdício e distribuição mais equitativa da cobrança de água consumida.

Devido as dificuldades de captação de um elevado número de córregos e riachos, os responsáveis pelo abastecimento d'água voltaram-se para os mananciais das serras que circundavam a antiga cidade, tendo em vista a adução por gravidade e as bacias protegidas.

Em 1861, o Inspetor Tenente-Coronel Cristiano P. de Azeredo Coutinho sugeriu que: “em vez de pequenos trabalhos e repetidas despesas com aquisição de mananciais que nada satisfazem, parece conveniente que se vá buscar água a uma fonte abundante que por si só seja capaz de satisfazer a todas as necessidades, empreendendo-se para esse fim uma grande obra, que ateste às gerações futuras a solicitude do presente Reinado” (SILVA, 1988a, pág. 30).

Em 1870, o Engenheiro Antônio P. Rebouças explorou as nascentes do Rio d'Ouro e da Serra do Tinguá, tendo sido o primeiro a indicar esses mananciais para o abastecimento da cidade, e alertando da necessidade de ser construído um reservatório com 100 milhões de litros

de capacidade, a ser implantado em pleno coração da cidade, no morro de Santo Antônio, visando aproveitar as águas do açude dos Macacos, próximo ao Jardim Botânico.

Em 1877 foi concluída a obra que marca o início de uma nova fase no abastecimento de água da cidade: a adução do Rio São Pedro. Inicia-se a fase de se buscar em um rio distante o volume de água que atendesse as também necessidades do futuro. Simultaneamente a essa obra, foram concluídas em 1880, o reservatório do Pedregulho, em 1877, o do morro de São Bento e em 1878, o do Morro da Viúva.

Nos últimos dias do reinado de D. Pedro II, mesmo com sucessivas obras de reforço da adução, houve uma grande estiagem, influenciando os mananciais que não eram dotados de qualquer obra de regularização de vazão, para atenuar a crise de falta d'água. Consta na publicação oficial "Patrimônio de Águas e Obras Públicas", 1822 – 1922, as cláusulas do contrato assinado em 1889, nas quais o Engenheiro Paulo de Frontin se obrigava a fornecer no prazo de seis dias, um volume de 13 a 15 milhões de litros de água à população.

A obra contratada e executada por Frontin consistia de uma represa e duas calhas de zinco assentadas sobre o terreno em níveis diferentes, que iam das cachoeiras da Serra Velha e alto da Serra Velha ao reservatório do Barrelão, com extensão aproximada de 6 km. Obra de caráter provisório, conforme o contrato, não resistiu às chuvas abundantes. Em 1893 foi concluída a adutora da Bacia do Tinguá; quinze anos mais tarde foi concluída a adutora do Xerém; logo depois, o sistema adutor dos mananciais da Mantiqueira, nas vertentes das serras de Petrópolis.

A construção das adutoras originou um problema de saneamento às bacias desses rios, as quais se localizavam na aba marítima da serra de Petrópolis, pois as canalizações tinham que atravessar grande extensão alagada e insalubre da Baixada Fluminense. O empreendimento só se tornou possível graças à ajuda do Instituto de Manguinhos dirigido por Osvaldo Cruz e, à frente da Comissão do Novo Abastecimento de Água, se encontrava o Engenheiro Sampaio Correia.

As adutoras conduziam águas de mananciais sem nenhuma obra de regularização de vazão. As águas eram captadas dos mananciais originários de bacias protegidas, através de simples obras constituídas de pequenas barragens de alvenarias, sendo a adução feita por gravidade em condutos forçados.

As cinco grandes adutoras foram um grande passo no abastecimento de água da capital, com águas originárias de mananciais, embora não sendo submetidas a qualquer tipo de

tratamento. Com as adutoras foram construídos novos reservatórios: o do Morro do Livramento, em 1822; o do França, em 1883; a Caixa Nova da Tijuca, em 1883; o de Engenho de Dentro, em 1908. Ainda nesse mesmo ano, o do Morro do Costalat, na Ilha de Paquetá, que desde então era abastecida com água do Rio Suruí, manancial da serra de Petrópolis, cuja adutora atingia a Ilha após um percurso superior a 21 km.

Nesse período foram feitos outros reservatórios, tais como: o da Vila militar, em 1911; o do Guarabu na Ilha do Governador e o da Pedra de Guaratiba, em 1915; o da Rua Flora Lobo, na Penha em 1914; o do Morro de Santa Cruz, na Ilha do Governador em 1915. O Francisco Sá, em 1925, na Rua Maria Amália; o do Tanque, em 1925; o Vitor Konder, no Morro do Barata, em Campo Grande, em 1927; o Santos Rodrigues, no Morro de São Carlos, em 1930; o do Mirante, no Morro do Mirante, em Santa Cruz, em 1930; o do Cantagalo, construído por uma galeria aberta em rocha no Morro do Cantagalo.

Em 1933, foi construída a estação elevatória do Acari, onde foram instalados três conjuntos de eletro-bombas centrífugas alimentados por reservatório, passando a descarregar as duas linhas adutoras, a de Xerém e da Mantiqueira. Essa estação foi o primeiro passo no caminho da eletro-adição, denominação dada pelo Engenheiro Sampaio Correia (SILVA, 1988a).

Não sendo mais possível manter a tradição das bacias protegidas por conta da ocupação desordenada e das aduções com volumes relativamente pequenos, quando feitas de grandes distâncias e muito onerosas, o Engenheiro Henrique Novaes procurou dirigir seus estudos para adução de grandes volumes, que deveriam ser praticamente inesgotáveis, e somente o Ribeirão das Lajes ou o Rio Paraíba poderiam proporcionar. Além dos problemas econômicos, o tratamento químico não era bem aceito pela população, a qual sempre ouvira falar da ‘maravilhosa pureza’ das nossas águas.

O Ribeirão das Lajes, açudado na barragem de Salto, permitiu dispensar provisoriamente o tratamento, preconizando apenas cloração, o que não acontecia com as águas turvas do Rio Paraíba. Iniciaram-se assim os primeiros movimentos no sentido de realizar o tratamento da água para abastecimento. Um precioso tempo foi perdido em discussão sobre qual a melhor solução, Lajes ou Paraíba do Sul.

Após exaustivos debates foi decidido um reforço de adução do Ribeirão das Lajes, por conta das vantagens decorrentes de açudagem desse rio, tais como a melhoria das condições de potabilidade de suas águas pelo repouso prolongado no açude e a regularização de vazão. As

obras foram realizadas pela primeira concessionária para esse serviço, a Light do Brasil. Desta forma, Ribeirão das Lajes além de fornecer energia elétrica ‘a cidade, mitigaria o problema da falta de abastecimento de água. Em 1936, o projeto foi concluído, mas só em 1937 a obra foi iniciada.

Na primeira etapa da adutora de Lajes foram empregados tubos de concreto armado com ‘camisa’ de aço. Outras obras complementares foram feitas na primeira adutora de Lajes, tais como: a construção da estação elevatória da Rua Guaicurus, no Rio Comprido, e a sub-adutora para os bairros oceânicos, aproveitando os tubos de ferro fundido que sobraram da construção da adutoras de Xerém e Mantiqueira.

Em 1933, o Engenheiro Alberto P. Amarante deu início ao programa de generalização da medição por hidrômetros ao mesmo tempo em que cuidou de dar maior ênfase à desinfecção das águas pelo cloro.

O Serviço de Água e Esgoto, que foi das mais importantes repartições do Império e dos primeiros tempos da República, por causa de dificuldades financeiras foi sendo desativado e, na época, aventou-se à possibilidade de arrendá-lo.

Como o déficit na adução era grande, a Prefeitura do Distrito Federal lançou mão dos recursos de emergência. Os mais importantes foram o aproveitamento das águas do Rio Iguaçu, junto à ponte da Estrada de Ferro Rio d’Ouro, em Duque de Caxias e a construção da elevatória-booster do Juramento, com o aproveitamento do Rio Iguaçu, o qual já era objeto de estudo desde 1936.

A segunda Adutora de Lajes deve-se ao crescimento vertiginoso do Rio de Janeiro, e periodicamente, ao déficit no abastecimento de água e ‘a falta de recursos financeiros, optando-se sempre pelas obras de reforço a serem feitas com atraso. As obras foram concluídas em 1949, com a chegada da água ao reservatório do Pedregulho, o que correspondia a um pequeno desafogo, não se podendo considerar uma solução de longo prazo (SILVA, 1988a).

Na década de 40, o crescimento populacional acelerado (em 20 anos quase dobrou conforme demonstrado na Tabela 5) associado às sangrias executadas nos municípios fluminenses para o abastecimento local e aos freqüentes acidentes nas tubulações afetaram consideravelmente o abastecimento da cidade.

TABELA 5 – Evolução populacional entre 1940 e 1959

ANO	POPULAÇÃO
1940	1.764.000
1951	2.496.000
1959	3.200.000

Fonte: (SILVA, 1988a)

Na época, os estudos de abastecimento de água não se relacionavam com a previsão de crescimento da cidade para um determinado espaço de tempo. O Engenheiro José Franco Henriques, conhecedor da situação existente, estudou uma forma que levasse o suprimento de abastecimento até o ano de 1960, através de uma nova adutora com grande capacidade, cuja construção seria por um período longo, sem precipitações e sem sobrecarregar em demasia os cofres da Prefeitura.

Com esse objetivo elaboraram-se os planos iniciais que deram início a adutora Guandu-Leblon, usando um percurso diferente das outras existentes, o que facilitou o abastecimento das zonas altas, mal servidas e não atingidas pelas duas adutoras de Lajes. O Engenheiro Henrique de Novaes já havia indicado em trabalho anterior, a captação do Guandu como nova idéia antes de propor a construção da segunda adutora de Lajes, a adução Lajes-Guandu, com tratamento das águas deste último rio.

O Prefeito General Mendes de Moraes, embora aprovasse o plano de conjunto, negou a aprovação de início imediato das obras dessa adutora, a terceira tubulação de concreto armado para o abastecimento da cidade.

Na administração do Engenheiro José Franco Henriques foram construídos outros reservatórios, obras de grande importância para a melhoria do abastecimento da cidade: em 1949, o de Quintino; em 1950, o de Honório Gurgel; em 1950, o de Mãe-d'água; em 1950, o da Ilha do Governador, além das elevatórias de Bartolomeu Mitre e a da Ponte dos Marinheiros. Foi nessa gestão que se efetivou o primeiro passo para o tratamento completo.

Em 1951, coube ao Engenheiro Rosauro Mariano da Silva a tarefa de elaborar os projetos, especificações e editais para as obras de captação, tratamento e adução do Rio Guandu. Os trabalhos foram acelerados e por ocasião do XXXVI Congresso Eucarístico Internacional, realizado em 1955, apesar de a cidade ter sido beneficiada no seu abastecimento, as obras do Guandu não ficaram concluídas.

Em 1958, a obra foi inaugurada no mesmo local onde, 75 anos antes, a Princesa D. Isabel entregara à população as obras no açude dos Macacos executadas pelo Engenheiro Antônio P. Rebouças. A Adutora do Guandu, denominada Adutora Henrique de Novaes, foi em homenagem ao ilustre engenheiro que se dedicou a resolver os problemas da eterna luta pela água e foi considerada a “*Obra do Século*” (SILVA, 1988a).

A execução da segunda etapa do plano inicial do Guandu não podia mais esperar para que a cidade tivesse água suficiente até o ano de 1975. Outros aspectos importantes foram a transferência da capital do país para Brasília, em 21 de abril de 1960, e a fundação do Estado da Guanabara.

Em 1960 Carlos Lacerda assumiu o governo do Estado como primeiro governador eleito pelo povo da Guanabara. Os primeiros meses do governo foram bastante tumultuados por conta de uma série de acidentes no sistema de abastecimento de água da cidade, agora Estado. O mais grave foi no conjunto elevatório da primeira adutora do Guandu, ficando a população com cerca de 35% de seu abastecimento suprimido. O Governador decretou estado de calamidade pública e abriu um crédito especial para execução de obras de emergência de curto prazo, tais como as obras de cintamento para a consolidação da segunda Adutora de Lajes, corrigindo alguns defeitos no sistema de adução e outras obras menores (SILVA, 1988a).

Em 1961, novos créditos foram abertos com o objetivo de melhorar o sistema de abastecimento de água. O Departamento de Águas estava tendo muita dificuldade em obter recursos para a monumental tarefa, além dos trabalhos da adução que seria um verdadeiro rio subterrâneo, e consistiam em reserva, distribuição e medição do consumo.

O Governo da Guanabara aventou a possibilidade de empréstimo externo a ser garantido com novas tarifas de água, em substituição às reduzidíssimas que eram cobradas até então. Assim, o BID – Banco Interamericano de Desenvolvimento concedeu um empréstimo de vinte e quatro milhões de dólares para a obra.

Com os recursos obtidos foi possível a execução do plano, mas logo a inflação reduziu o poder aquisitivo do dinheiro e recorreu-se novamente ao Banco para a conclusão dos trabalhos. Simultaneamente foram construídos os reservatórios da Vila Valqueire; Bangu; Barão; Ilha do Governador, em 1963; Ricardo de Albuquerque; Vila da Penha; e Ramos, em 1964.

3.5 A Ocupação Urbana na Bacia do Canal do Manguê

Na cidade do Rio de Janeiro, uma das suas características era a presença de pântanos, e um deles, acabou denominado de ‘manguê’, o qual tem origem no nome de uma planta da família das mirtáceas, a *Eugênia Nítida*. O imenso pântano que se estendia do Rossio Pequeno, atual Praça Onze de Junho, até sua embocadura estimada em cerca de 500 metros e largura variando de 70 a 100 metros, era um verdadeiro braço de mar. Desaguavam nessa enseada os rios que faziam parte do Sistema Iububuracica constituídos pelos rios Maracanã, Trapicheiros, Joana, esses dois últimos tributários do primeiro.

O Manguezal era navegável por embarcações de pequeno calado e interligava a Baía de Guanabara aos bairros da Tijuca e Andaraí, além do Rossio Pequeno. Os níveis das marés adicionados à forte pluviosidade, além do transbordamento d’água das lagoas existentes na cidade, acrescidas das enxurradas que desciam dos morros, assolavam essa área. As águas do Mangual extravasavam entrando nos alagadiços e lagoas próximas, gerando dificuldades para o trânsito e doenças das mais variadas.

Existiam ilhas dentro do Mangual, inclusive uma bem extensa, em frente ao Morro de São Diogo, a ilha dos Marinheiros.

Na época de D. João na região do ‘manguê’, só se tinha construído um longo e estreito aterro que servia para a passagem das carruagens do monarca e dos fidalgos para a Quinta da Boa Vista. Como o local era foco de mosquitos e de exalações desagradáveis, surgiu a idéia de se abrir um canal no vasto brejal.

Em 1835, o Governo Imperial resolveu acabar com essa vasta área alagada, construindo um estreito canal que recebesse não só as águas pluviais, mas também a dos riachos das redondezas. Em 1857, através de Irineu Evangelista de Souza, o Barão de Mauá, obteve-se a concessão para construir por administração esse canal. Sua inauguração se deu em 1860 e a obra se estendia do Rossio Pequeno à Aguada dos Marinheiros.

As novas concepções urbanísticas copiavam as práticas das cidades européias, que condenavam as ruas estreitas e sinuosas, assim “*um dos maiores defeitos que se notam na parte antiga da cidade é a estreiteza e a grande sinuosidade de suas ruas, do que resultam não só dificuldades à circulação dos veículos e das pessoas a pé, mas ainda impedindo a renovação do ar viciado por tantas causas no interior das habitações*” (UFRJ, 2002, pág. 376). A construção do Canal do Mangue seguia esta ‘nova’ concepção urbana, constituindo-se no eixo em torno do qual se alinhavam as extensas e largas avenidas projetadas.

Os estudos e projetos desenvolvidos há mais de um século por técnicos de alta capacidade tinham como preocupação dominante à drenagem clássica e o dessecamento de solos. Cabe ressaltar que o estado da ciência hidrológica e da tecnologia era ainda incipiente nesta época.

Logo depois de sua inauguração, em 1860, o Canal do Mangue havia se transformado em um problema de saúde pública. Esse canal, 15 anos após a sua inauguração, teria que ser totalmente recuperado e desobstruído. Em 1874 foi nomeada a Comissão de Melhoramentos da Cidade do Rio de Janeiro pelo Imperador e a Comissão das Águas, onde o Canal do Mangue era o eixo dos melhoramentos projetados.

A proposta era desobstruir o trecho já existente e o prolongamento do canal. Próximo a serra recolheria a grande quantidade de água proveniente das montanhas circunvizinhas, formando rios de pouco caudal e enormes charcos. Os dois braços do canal se juntariam num tronco comum, nas imediações do largo do Matadouro, atual Praça da Bandeira e seria prolongado na direção das ilhas dos Melões e das Moças, com uma bacia de acumulação d’água (essa bacia de recepção ficava entre a Rua do Andaraí Grande, atual rua Barão de Mesquita, e o Boulevard 28 de Setembro, já inaugurado pela Companhia Vila Isabel, e também já se pensava em construir ali a Universidade do Rio de Janeiro, um horto botânico e um zoológico). Daí até sua foz um único canal percorreria a superfície do terreno a ser aterrado até o saco de São Diogo, transformando os alagadiços em terrenos úteis.

Em 1876 foi completado o seu acabamento com a colocação de comporta junto à ponte, o assentamento do gradil de ferro e a arborização das alamedas marginais, onde foram plantadas mais de 700 palmeiras. Previa-se também a instalação de comportas dividindo o leito em tabuleiros de níveis diferentes para permitir sua utilização como navegação barata e até mesmo a recreação em grande parte de sua extensão. A Comissão, ao propor a utilização como meio de transporte, visava também a condução de passageiros e cargas, particularmente no transporte de

material de construção.

No Governo do Presidente Rodrigues Alves, de 1902 a 1906, as obras do Cais do Porto exigiu o prolongamento do Canal do Mangue até o mar, tornando-se uma das maiores realizações do ministro da Viação, Dr. Lauro Muller, acabando com os alagadiços das antigas praias Formosas e dos Lázarus, tornando utilizável a enorme extensão de terra e procurando o controle das enchentes provocadas pelos Rios Comprido, Trapicheiro, Maracanã e Joana.

Em 1907 foram inauguradas importantes obras na região do Canal do Mangue, a construção dos viadutos na Estrada de Ferro Central do Brasil, entre as estações de São Diogo e São Cristóvão, sobre a atual Avenida Francisco Bicalho e outro nas ruas Figueira de Melo e São Cristóvão.

3.6 A Ocupação Urbana na Bacia do Rio Joana

A expansão da cultura de açúcar, na região da Bacia do Rio Carioca e as áreas contribuintes à Bacia do Saco de São Diogo, Rios Maracanã, Joana, Trapicheiros e Comprido foram grandes responsáveis pelo desmatamento de matas.

No século XIX, o plantio da cana-de-açúcar foi paulatinamente sendo substituído pelo do café, no Vale de Laranjeiras e nas encostas da Tijuca, até o Alto da Boa Vista, onde viviam, principalmente, os ingleses e franceses de alguma nobreza, no Rio de Janeiro.

O início do ciclo do café ampliou o desmatamento das encostas dos morros da Cidade. Com o tempo, ao serem transferidos para o interior do Estado, até as fronteiras de São Paulo e Minas, as plantações de café foram as grandes responsáveis pela expansão da ocupação do solo fluminense e os reativadores de sua economia.

Quanto às intervenções urbanas nesta região, a construção do porto e sua operação implicaram em grandes aterros na Baía de Guanabara com o desaparecimento de ilhas e estreitamento da foz dos rios Maracanã, Comprido, Joana e Trapicheiros, fazendo surgir o Canal do Mangue.

O primeiro porto da cidade na atual rua D. Manuel próxima ao Fórum no Centro da Cidade, ainda no período do Brasil Colonial, o aterro da Lagoa do Boqueirão da Ajuda, hoje Passeio Público, o da Lagoa Sentinela e outras menores, foram as primeiras atuações bastante impactantes na cidade e na bacia do atual Canal do Mangue.

Outras intervenções sofridas nesta bacia, em meados do século passado, foram os dois terminais da Estrada Ferroviária da antiga Central do Brasil, próxima ao Campo de Santana e o da Estrada de Ferro Leopoldina, à margem esquerda do Canal do Manguê em seu último estirão. Essas obras fracionaram a bacia original do Rio Joana transformando-a na bacia atual do Rio Joana, que juntamente com o Rio Maracanã formam o Canal do Maracanã, e na bacia do Rio Joana Inferior, com desembocamentos distintos nos Canais do Maracanã e do Manguê.

A Bacia do Rio Joana faz parte da Bacia Hidrográfica do Canal do Manguê, ou seja, é uma sub-bacia, nas suas várzeas mais baixas, e resultou de várias obras que datam de mais de cem anos, através da modificação de manguezais, brejos, lapas temporárias e alagadiços no litoral da Baía de Guanabara. Essa atuação antrópica levou ‘a profundas modificações nos sistemas de escoamentos atuais, tanto superficiais como subterrâneos, notadamente nas áreas dos estirões finais das calhas fluviais urbanas. Fato esse que veio interferir em toda a macro-bacia do Canal do Manguê.

No sistema fluvial reunido nos rios Catumbi ou Papa-Couve, Comprido, Trapicheiros, Maracanã e Joana, com as desembocaduras finais no Canal do Manguê, grandes enchentes passaram a ocorrer com maior regularidade e intensidade, mais pesadas e impactantes quanto maiores os índices pluviométricos e o nível de antropização das bacias contribuintes, agora centralizadas num único exutório na Baía de Guanabara. A reunião de bacias hidrográficas dispersas de pequeno e médio porte num único exutório era muito usada, pois além de permitir a recuperação de terrenos era mais econômica e mais rápida as implantações hidráulicas, e se tornou uma prática rotineira.

A ocorrência de pesadas precipitações e a ocupação das áreas no início do século passaram a constituir um grave problema ambiental e foi se agravando com o desenvolvimento urbano e ocupacional das áreas de contribuição hídrica da bacia.

Nas áreas mais elevadas das bacias começou a ocorrer o processo de ‘favelização’, constituindo um cinturão periférico promotor de problemas mais complexos: aumento das erosões e disposições na planície, presença de grandes massas de lixo disperso, enxurradas tornaram-se mais volumosas e enérgicas, gerando poluição hídrica concentrada nas calhas fluviais.

O excessivo grau de artificialização da urbanização do solo da bacia, tais como: impermeabilizações, capeamentos, traçado e demais características hidráulicas impostas aos

Canais do Mangue, do Maracanã e aos demais subafluentes à jusante, com regiões densamente ocupadas, incluindo terminais rodoferroviários, nós rodoviários da Estrada de Ferro Leopoldina e a Praça da Bandeira, tornou inevitável a forte concentração de vazões de enchentes nos principais canais referidos anteriormente.

3.7 As Enchentes nas Bacias Hidrográficas Urbanas

A História é repleta de simbologias relacionadas à água. O mito do Dilúvio pode ter se originado na Suméria, no Oriente Médio, com a inundação na confluência de dois grandes rios, aproximadamente no ano 2900 a.C. O episódio teve tal impacto que a lista Suméria de reis divide a história em antes e depois da inundação; os oitos reis anteriores são conhecidos como ‘antedilúvios’. Um dos posteriores ao dilúvio é Gilgamesh, que viveu aproximadamente em 2600 a.C. e com o tempo ganhou estatura de lenda. (COVARRUBIAS, 2001).

A enchente que provoca o extravasamento do leito maior de um corpo hídrico, devido a uma chuva determinada, acarreta prejuízos econômicos e o faz de modo catastrófico e, assim, ela é considerada ‘enchente histórica’. Contudo, se ela inunda uma área desabitada, sem importância econômica, ela é denominada de ‘enchente notável’.

As impermeabilizações do solo nos trechos inferiores dos rios, no passado, impuseram que as águas das chuvas se juntassem em pequenos braços e se espriassem por extensas áreas marginais antes de atingirem o mar propriamente dito (PREFEITURA MUNICIPAL DO RIO DE JANEIRO, 2003).

Registros pluviométricos que se dispõe para a Cidade do Rio de Janeiro datam do ano de 1851. Antes disso só se dispõe de notícias de enchentes históricas, através da narrativa de cronistas da época ou viajantes estrangeiros que as registravam em seus diários de viagem. Na figura 7, pode-se observar uma simulação das modificações no escoamento superficial estimado para o período de 1500 a 2000 e da correlação com transformação de floresta em pasto.

A primeira inundação que se tem notícia, gerada por uma enchente, ocorreu no século XVI e não se tem registro escrito. Ela foi mencionada por cronistas posteriores no Século XVII. Contam sobre uma ressaca, em período de maré alta e chuva muito intensa, não se precisando a data, quando a Rua Direita, atual Rua Primeiro de Março, foi alagada, assim como os charcos da cidade transbordando as Lagoas de Santo Antônio, atual Largo da Carioca, do Boqueirão, atual Passeio Público e do Outeiro, atual Rua do Lavradio, interligando-as e formando um lago-mar.

Este lago-mar estendeu-se da Prainha, atual Praça Mauá, à Lagoa da Sentinela, atual Rua Frei Caneca, de tal forma que os morros então habitados do Castelo, atual Rua Graça Aranha e México, de São Bento, atual Rua do Senado, se transformaram em ilhas.

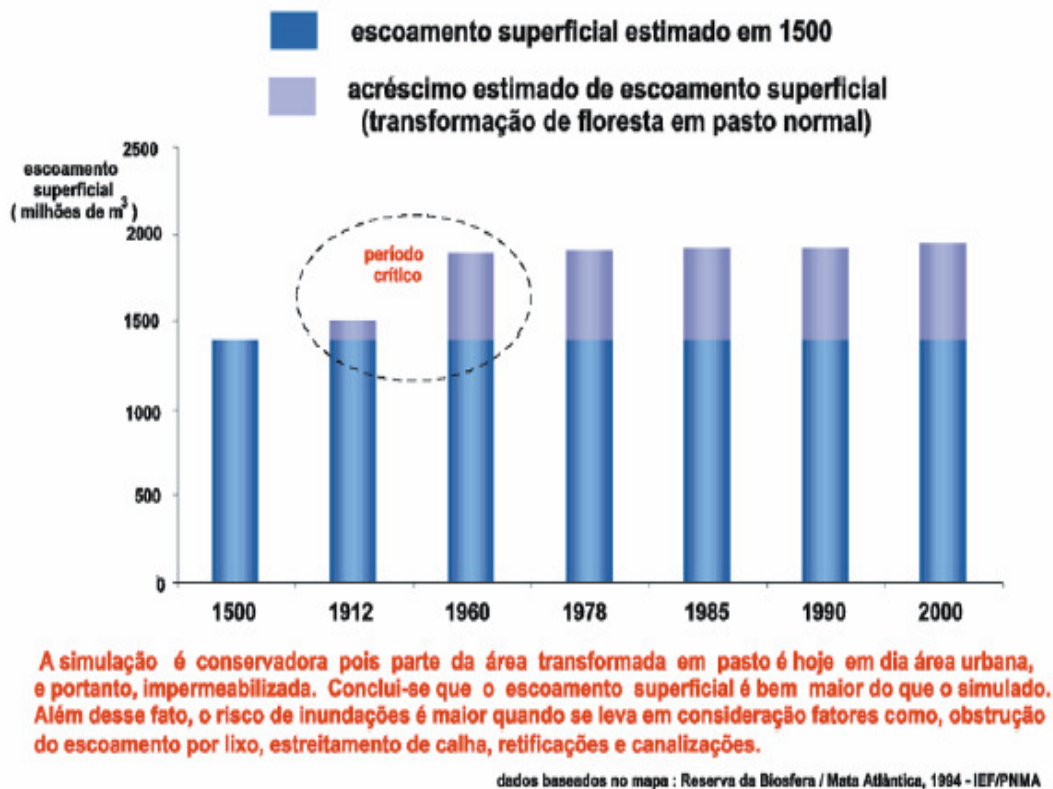


FIGURA 7 – Simulação do Escoamento Superficial no período de 1500 a 2000

Fonte: PLANÁGUA/SEMADS/GTZ (2001)

No Século XVIII, as enchentes de 1711 que alagaram a cidade acabaram facilitando a invasão francesa, tornando-a vitoriosa.

Em 14 de abril de 1756, aconteceu uma enchente histórica na cidade que durou três dias

ininterruptos. Os habitantes amedrontados refugiaram-se nas igrejas. Segundo relatos da época as águas subiram de tal maneira que inundaram a Rua do Ouvidor, atual Rua Miguel Couto, entrando casas adentro; a região entre o Valongo, atual Praça Mauá, até a Igreja do Rosário, atual Rua do Rosário ficou totalmente inundada.

No século XIX, houve várias enchentes, sendo que a maior delas durou de 10 a 17 de fevereiro de 1811, e ficou conhecida como ‘águas do monte’, no Morro do Castelo, quando desabaram várias casas, muralhas e barracos, ocasionando perda de vidas em grande número.

No século XIX em 1833, 1862 e 1864, ocorreram outras enchentes, sendo que esta última, por ser originária de uma chuva de granizo, destelhou toda a cidade e ficou conhecida como ‘chuva de pedra’.

Com o progresso do desenvolvimento urbano e a ocupação da zona suburbana no século XX, as enchentes históricas tornaram-se mais freqüentes, agravadas pelo aumento da impermeabilização do solo.

No século XX registraram-se as seguintes enchentes (PLANÁGUA/SEMADS/GTZ, 2001):

Em 1906 – uma chuva com 165 mm precipitando-se em 24 horas, no dia 17 de março, fez transbordar o Canal do Mangue e causou desmoronamentos e mortes nos Morros de Santa Teresa, Santo Antônio e Gamboa.

Em 1911 – no dia 23 de março, chuvas de 150 mm em 24 horas provocaram inundação na Praça da Bandeira.

Em 1916 – transbordamento do Canal do Mangue, nos períodos de 7 a 9 de março e 17 de junho.

Em 1924 – além do costumeiro transbordamento do Canal do Mangue, houve desabamentos de barracos com vítimas no Morro de São Carlos, no dia 3 de abril.

Em 1928 – inundação na Praça da Bandeira, desabamentos e mortes nos Morros de São Carlos, Salgueiro, Mangueira e Santo Antônio, dia 26 de fevereiro.

Em 1938 – chuvas de 136 mm/24 horas alagaram a Praça da Bandeira e desabaram prédios com vários óbitos, no dia 9 de fevereiro.

Em 1940 – chuvas de 112 mm/24 horas, provocaram alagamento em toda a cidade com desabamentos em Santo Cristo, no dia 29 de janeiro.

Em 1942 – nos dias 6 e 7 de janeiro, com 132 mm de chuva provoca desabamentos no Morro do Salgueiro.

Em 1944 – chuvas de 172 mm/24 horas, no dia 17 de janeiro, e transbordamento do Canal do Mangue, Praça da Bandeira, além do Catete e Botafogo.

Em 1950 – no dia 6 de dezembro, outro alagamento da Praça da Bandeira.

Em 1959 – de novo outro alagamento da Praça da Bandeira, no mês de março.

Em 1962 – com um total de 242 mm, nos dias 15 e 16 de janeiro, grandes alagamentos e quedas de barracos.

Em 1966 – no dia 11 de janeiro, ocorreu uma das maiores enchentes da história da cidade, com chuva de 237mm/24 horas, nos dias seguintes a chuva continuou forte, causando total colapso no sistema de transporte e na distribuição de energia elétrica.

Em 1967 – nos meses de janeiro e fevereiro ocorreu chuvas idênticas às do ano anterior, os bairros mais atingidos foram os da Zona Norte, principalmente o da Tijuca.

Em 26 de fevereiro de 1971, 17 de janeiro de 1973, 4 de janeiro de 1975 e 1 de maio de 1976 – ocorreram chuvas que variaram de 125 a 150mm/24 horas, provocando desmoronamento e impediram a circulação na cidade.

Em 1981 – no dia 8 de dezembro, choveu quase 15% do total médio anual, ocasionado deslizamentos em quase toda a cidade e rios e canais em Jacarepaguá.

Em 1982 – as chuvas não foram tão intensas, mas causaram transbordamento no Rio Faria Timbó, no dia 3 de dezembro.

Em 1983 – nos dias 20 de março e 24 de outubro, ocorreram fortes temporais em Santa Teresa e em Jacarepaguá desabando casas.

Em 1985 – as enchentes provocaram 23 mortes e 200 desabrigados, no dia 18 de março e em 12 de abril caíram 144mm/24 horas, alagando Jacarepaguá.

Em 1986 – nos dias 6 e 7 de março, com altura de chuva de 121mm, houve deslizamento de encostas e em 29 de dezembro, chuva de 64mm/3 horas, voltou a transbordar o Rio Maracanã.

Em 1988 – do dia 18 a 21 de fevereiro ocorreu a maior enchente histórica do século, com chuva de mais de 430 mm.

Em 1990 – no dia 18 de abril, a enchente no Parque do Flamengo chegou a 165 mm/24 horas e em 7 de maio, outra de 103 mm/24 horas, provocando mortes na Glória e no Maracanã.

Em 1992 – o Maracanã e toda a Zona Norte da cidade foram atingidos com chuvas de 132 mm/24 horas, no dia 5 de janeiro.

Em 27 de fevereiro, 6 de março, 12 de março e 19 de março de 1993, chuvas com duração média de 6 horas, paralisaram o trânsito da cidade.

Em 1994 – enchente atinge o Jardim Botânico e o acesso a Zona Sul da cidade foi interrompido, com chuva de cerca de 100 mm, no dia 9 de junho.

Em 1996 – chuva com 200 mm/8 horas, atingiu as Zonas Oeste e Sul, tal foi o caos urbano causado, que esta enchente foi comparada com as ‘águas do monte’, de 1811, esta chuva caiu no dia 14 de fevereiro.

Estes eventos coincidiram com maré de sizígia, ou seja, períodos em que a maré alta atinge os níveis máximos. Nas figuras de 8 a 13, pode-se observar através de fotografias históricas algumas destas enchentes.

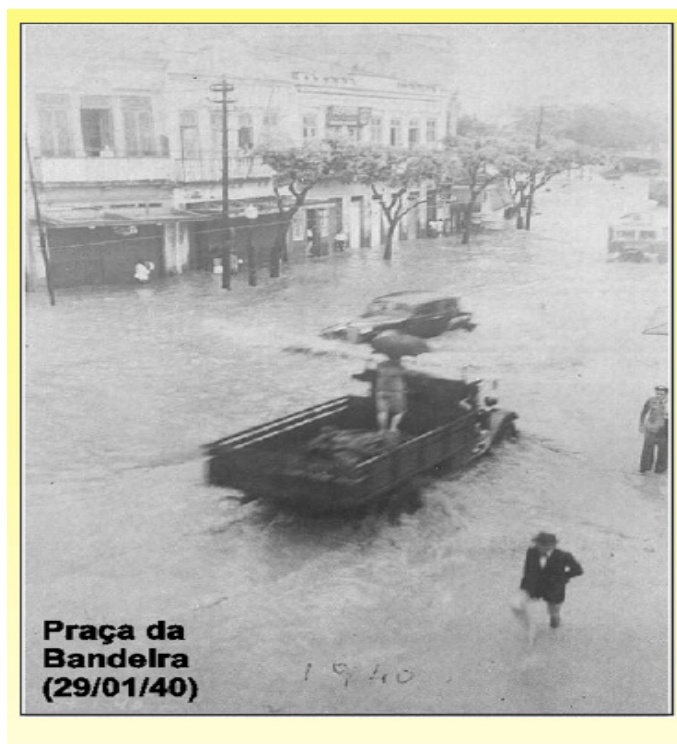


FIGURA 8 – Enchente na Praça da Bandeira em 1940. Fonte: PLANÁGUA/SEMADS/GTZ (2001)



FIGURA 9 – Enchente no Canal do Mangue. Fonte: PLANÁGUA/SEMADS/GTZ (2001)



FIGURA 10 – Enchente no Bairro da Tijuca. Fonte: PLANÁGUA/SEMADS/GTZ (2001)



FIGURA 11 – Enchente na Praça da Bandeira. Fonte: PLANÁGUA/SEMADS/GTZ (2001)



FIGURA 12 – Enchente no Bairro da Tijuca. Fonte: PLANÁGUA/SEMADS/GTZ (2001)



FIGURA 13 – Enchente no Bairro do Maracanã. Fonte: PLANÁGUA/SEMADS/GTZ (2001)

Nas enchentes acontecidas no século XX, a Praça da Bandeira foi atingida em quase todas, fato compreensível a partir da observação dos mapas do Rio de Janeiro desde o início da colonização e comparado com a época atual (conforme Anexos de 1 a 4). O Canal do Manguê sofreu um estreitamento na sua foz com os aterros feitos na construção do Cais do Porto, o escoamento ficou mais lento, prejudicando o escoamento na praça.

CAPÍTULO 4 - Ações para Mitigação do Efeito das Enchentes

4.1 Aspectos Gerais

As enchentes são ‘eventos naturais’ condicionados ao clima, às chuvas intensas de verão e às características do relevo. No regime natural do rio, faz parte a variação de vazão e de cotas, da estiagem à enchente. As enchentes se formam quando chuvas intensas caem no solo já saturado por chuvas anteriores, sem capacidade de absorção natural.

Os efeitos das enchentes são atribuídos em grande parte as intervenções humanas, desta forma ações necessárias para minimizá-los dependem, principalmente, de aumentar a retenção das águas na bacia e nas baixadas, além de reduzir o potencial dos prejuízos nas áreas de risco, ou de inundações.

Nas áreas urbanizadas os rios são tratados como se fossem compartimentos isolados, às vezes canalizados ou retificados, comprometendo seus leitos e margens naturais, bem como afetando as interações biológicas com as áreas marginais.

A reversão deste processo é difícil. A recuperação de rios e córregos nas áreas urbanas só é possível onde há espaço para ampliação dos seus leitos, melhorando assim o problema do escoamento das enchentes. Quando há limitação de áreas disponíveis, deve-se buscar outras soluções possíveis adaptadas às necessidades de evolução natural, como por exemplo, a ampliação do leito em somente uma das margens.

O custo-benefício deve ser levado em conta e ser bem estudado, considerando-se os custos para se manter a evolução natural de longo prazo, avaliando se são maiores do que aqueles relativos à construção e manutenção de obras hidráulicas convencionais.

Quando se decide qual tipo de recuperação num rio urbano ou rural, pode-se com o auxílio de uma equipe multidisciplinar, agregar idéias e planejar soluções integradas onde o controle de enchentes e a valorização ecológica estejam presentes. Ainda não existe um termo técnico na engenharia de recursos hídricos para esse tipo de intervenção. Revitalização de rios é, por enquanto, o termo mais empregado.

Na Europa, atualmente em muitos países, as áreas marginais de inundação têm uso restrito e às vezes são transformadas em área de lazer, com quadras de esportes, jardins, sendo permitido, inclusive, a balneabilidade fluvial, à medida que a questão da poluição hídrica vai sendo resolvida.

O processo de recuperação natural exige conhecimentos da dinâmica morfológica, do ecossistema aquático e, principalmente, a compreensão e a aceitação da população ribeirinha.

A recuperação do curso de água deve ter um planejamento vinculado aos seguintes objetivos:

- Revitalização do curso d'água;
- Ampliação do leito do rio e melhores condições para o escoamento das enchentes;
- Reconstituição da continuidade de ecossistema do curso d'água;
- Restabelecimento de faixas marginais de proteção e da mata ciliar;
- Criação de atrativos para o lazer – acesso à água;
- Melhorias na paisagem.

As principais atividades para alcançar esses objetivos, quando e onde for possível aplicar as técnicas de engenharia ambiental, podem ser: quebra-correntes de gabiões, pedras e ou troncos de árvores, plantio em áreas sujeitas a erosão e outros, em substituição às obras hidráulicas convencionais de engenharia. Além disso, deve-se executar a remoção de obstáculos ao escoamento.

Apesar de esse conceito ser novo na engenharia já começa a despertar interesse em vários estados brasileiros. No entanto, certamente será absorvido a médio e longo prazo, a exemplo da experiência estrangeira.

Levando em consideração os prejuízos das inundações, que estão intimamente ligados a fatores e interferências atribuídos as ações do homem, se fazem necessárias reavaliar práticas e conceitos até então adotados, de maneira que novas medidas venham compor o elenco de ações para evitar ou amenizar as enchentes e seus prejuízos e conviver com elas.

A urbanização, concentração populacional e bens materiais nas áreas com risco de inundações, isto é, ao longo das margens dos rios e nas regiões de baixada, vão diferenciar o número e tipo de ações e práticas recomendáveis. Seja qual solução adotada, o fundamental é não se perder a visão global da bacia hidrográfica, elegendo-a como unidade de gestão participativa,

envolvendo o poder público, a sociedade organizada e setores produtivos e acadêmicos especializados.

As ações devem estar integradas ao planejamento municipal, estadual e nacional e devem levar em consideração os seguintes aspectos, que serão tratados no Quadro 1, a saber:

- A gestão dos recursos hídricos;
- O uso e ocupação racional do solo;
- O manejo adequado na agricultura;
- A preservação ambiental.

Quadro 1 - Ações para mitigação dos efeitos das enchentes em Bacias Hidrográficas

AÇÕES	DESCRIÇÃO
Ações Relativas à Gestão dos Recursos Hídricos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reduzir as vazões máximas das enchentes, através do aumento e recuperação em áreas de retenção de forma natural, artificial ou combinadas, permitindo aumentar a capacidade de infiltração das águas de chuvas no solo; ▪ Manter a capacidade de escoamento dos cursos de água, com uma conservação sistemática, política de fiscalização na ocupação das margens e descarte de lixo, adotando critérios rigorosos, com relação a projetos de travessias e a interligação do curso de água
Planejamento do Uso e Ocupação Racional do Solo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ As áreas sujeitas à inundação, como um meio mais econômico de assentamento, têm que ser evitadas para diminuir riscos e prejuízos maiores das enchentes; ▪ Recuperar ou preservar as áreas de retenção e de infiltração de águas das chuvas; ▪ Promover divulgação e informação dos riscos que as enchentes envolvem, localizando e delimitando as áreas inundáveis; ▪ Os investimentos públicos nessas áreas e influência devem ser limitados para reduzir o estímulo da iniciativa privada;
Ações de Manejo Adequado na Agricultura	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manter áreas inundáveis e desenvolver culturas adaptáveis; ▪ Plantar e cultivar espécimes em áreas suscetíveis, para contribuição da diminuição das taxas de erosão; ▪ Buscar alternativas para a agricultura e pecuária que evite o
Ações de Prevenção Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ampliar as áreas verdes; ▪ Intensificar o controle da poluição hídrica; ▪ Recuperar, onde possível, trechos dos cursos de água canalizados e/ou retificados, ampliando a calha do rio e criando condições

Fonte: Adaptado de PLANÁGUA/SEMADS/GTZ (2001)

4.2 Ações Complementares para Obras Indispensáveis

As obras como canalização, aterros, retificação, diques, muros, etc., visando reduzir inundações locais, acabam acarretando aumento das enchentes à jusante. Contudo, mesmo conscientes dessas conseqüências, estas muitas vezes se fazem necessárias para o controle das enchentes e proteção da população já estabelecida nas áreas inundáveis. Assim, como forma de conter o agravamento contínuo das enchentes, é indispensável que se faça uma compensação das perdas de retenção natural ocasionadas pelas obras, complementando-as com outras medidas de retenção na própria bacia.

4.3 Medidas de Controle na Micro-drenagem

A drenagem urbana consta de dois sistemas principais: a micro-drenagem e a macro-drenagem. O sistema de micro-drenagem é realizado por meio de condutos, destinados a receber e conduzir as águas das chuvas que vêm diretamente das construções, lotes, ruas, praças, etc. A macro-drenagem consiste na drenagem da rede natural, pré-existente à urbanização, constituída por rios e córregos que podem receber obras, as quais os modifiquem e complementem, tais como canalizações, barragens, soleiras, diques, alargamentos e outras (UFRJ, 2002).

Nos reservatórios de detenção, como medida de controle de escoamento na micro-drenagem tradicional, é comum drenar a área através de condutos pluviais até um coletor principal ou riacho urbano. Esse tipo de intervenção acaba transferindo a jusante, o aumento do escoamento superficial com maior velocidade, já que o tempo de deslocamento do escoamento é menor que nas condições pré-existentes, provocando assim inundações nos troncos principais ou na macro-drenagem.

A impermeabilização e a canalização produzem aumento na vazão máxima e no escoamento superficial. Para que esse acréscimo de vazão máxima não seja transferido para jusante, utilizamos o amortecimento do volume gerado através de dispositivos como: tanques, lagoas e pequenos reservatórios abertos ou enterrados, entre outros. Essas medidas são denominadas de controle a jusante.

O objetivo das bacias ou reservatórios de detenção é minimizar o impacto hidrológico da redução da capacidade de armazenamento natural da bacia hidrográfica.

Dentre as vantagens e desvantagens desse tipo de intervenção tem-se: custo reduzido, se

comparado a um grande número de controles distribuídos; custo menor de operação e manutenção; facilidade de administrar a construção; dificuldade de achar local adequado; custo de aquisição da área; reservatórios maiores têm oposição por parte da população.

Esse tipo de intervenção tem sido utilizado quando existem restrições por parte da administração municipal ao aumento da vazão máxima devido ao desenvolvimento urbano e foi implantado em muitas cidades de diferentes países. O critério normalmente utilizado é de que a vazão máxima da área, com o crescimento urbano, deva ser menor ou igual à vazão máxima das condições preexistentes para um tempo de retorno escolhido.

4.4 Controle de Material Sólido

Reservatórios podem ser projetados com dimensões para manterem uma lâmina permanente de água (retenção), ou secarem após o seu uso, durante uma chuva intensa e podem ser utilizados também em outras finalidades (detenção). Quando a quantidade de sedimentos produzida é significativa, esse tipo de dispositivo pode reter parte dos sedimentos para que sejam retirados do sistema de drenagem.

A vantagem da manutenção da lâmina d'água e do conseqüente volume morto é que não haverá crescimento de vegetação indesejável no fundo, sendo o reservatório mais eficiente para controle da qualidade da água. O seu uso integrado junto a parques pode permitir um bom ambiente recreacional. Esse dispositivo quando seco também pode ser utilizado para outras finalidades, contribuindo para melhorar o lazer da população, atuando como controle de desmatamento e das enchentes urbanas nos períodos chuvosos.

Quadro 2 – Diretrizes Básicas para Prevenção e Redução dos Riscos e Prejuízos das Enchentes

- Incorporação e a valorização da água quando se planeja o uso do solo, considerando-se a importância dos corpos d'água como parte integrante da natureza, que é vital importância para a sociedade, fauna e flora;
- Adoção de soluções estruturais e não estruturais que visem o aumento e ou a recuperação da capacidade de retenção superficial e infiltração das águas da chuva, devem ser usadas, nas áreas críticas além de necessárias, são urgentes;
- Garantir e/ou recuperar espaço que garanta a evolução dos cursos d'água para diminuir a velocidade de escoamento, sem aumentar os riscos;
- Divulgação dos riscos de enchentes para que seja permitido adotar medidas de convivências com tais eventos, reduzindo assim ao mínimo os prejuízos;
- Reconhecimento da necessidade de limitar o uso do solo, impedindo definitivamente a urbanização em áreas sujeitas a inundação, para evitar e reduzir os prejuízos que poderão ser causados;
- Evitar invasões e/ou urbanização de áreas com risco de inundação sob pena de co-responsabilidade pelos prejuízos da população;
- Definir e fiscalizar as faixas marginais de proteção dos cursos d'água.

CAPÍTULO 5 – A Bacia Hidrográfica do Rio Joana

5.1 Caracterização Física da Bacia

O Rio Joana nasce junto ao Pico do Andaraí Maior, na Reserva Florestal do Grajaú, com aproximadamente 600 metros de altitude, a oeste da Bacia do Canal do Mangue. Seu estirão inicial denomina-se Rio Perdido, na vertente vizinha ao sul recebe o Rio Jacó e passa a chamar-se Joana. Acima da confluência com o Rio Jacó, a bacia é quase toda ocupada por mata nativa densa e vegetação arbustiva com gramíneas.

Ao descer o Grajaú o curso d'água torna-se uma galeria urbana percorrendo área muito antropizada, reaparecendo como canal aberto na confluência das ruas Barão de Mesquita e Maxwell, quando recebe o Rio Andaraí, no bairro do Andaraí, vindo do morro e favela do mesmo nome. Desse ponto em diante recebe as águas de drenagem dos bairros do Andaraí, Vila Isabel e parte da Tijuca, assim como da Serra do Engenho Novo, até um pouco antes do cruzamento com a linha ferroviária da Supervia, junto ao Campus da Universidade Estadual do Rio de Janeiro, onde volta a ser capeado. Sua foz situa-se na confluência com o Rio Maracanã, em frente à Estação de São Cristóvão, na cota 1,63 m, após fluir por 7.900 m (UFRJ, 2002, pág. 58).

A bacia do Rio Joana com uma área de 1.190 ha (11,9 km²), é uma sub-bacia da bacia do Canal do Mangue com área total de 4.200 ha (42 km²), assim como as outras sub-bacias dos Rios Maracanã, Trapicheiro e Comprido. Ela é ocupada parcialmente por floresta de Mata Atlântica e por vegetação arbustiva de pequeno porte e gramíneas, geralmente no trecho inferior das encostas. As áreas de cotas mais altas dos morros foram ocupadas de forma desordenada por comunidades de baixa renda, ocasionando a degradação no recobrimento florístico original, agravada pelo carreamento de grande quantidade de lixo gerado por essas comunidades e lançados nas encostas.

Nestas áreas situadas em cotas mais altas foram realizadas intervenções a partir de projetos governamentais, tais como o Favela-Bairro, do Município do Rio de Janeiro e o Pró-Sanear, do Estado do Rio de Janeiro, realizados nos últimos cinco anos visando melhorar a situação social da população local.

Nas áreas de cotas médias e baixas está localizada uma população típica de classe média,

com casas e prédios, com ruas pavimentadas e comércio intenso (UFRJ, 2000).

Em anexo mapa de situação da drenagem natural da Bacia do Canal do Mangue e situação da Bacia do Rio Joana. O mapa para subsidiar Sistema de Apoio à Decisão – Dados Básicos – Rede de Drenagem é apresentado no Anexo 20. A Planta de Situação da Bacia do Rio Joana está apresentada no Anexo 21.

5.2 Tendências e Alternativas para Minimização dos Impactos sobre a Bacia do Rio Joana.

As principais baixadas da Cidade do Rio de Janeiro são Guanabara, Jacarepaguá e Sepetiba, com cotas próximas ao nível do mar, sendo o exutório final das águas drenadas do Município. Essas baixadas são receptoras dos rios e águas pluviais oriundas dos maciços da Tijuca, Pedra Branca e Gericinó, constituindo áreas de grandes alagamentos.

Basicamente, as influências são as mesmas para todas as bacias do Canal do Mangue, onde os vales dessas bacias abrigavam ocupação das mais antigas do Estado. Na época, esses vales apresentavam baixo índice de impermeabilidade dos terrenos nas zonas de baixadas, ainda com poucas edificações e vias urbanas pavimentadas, sendo as canalizações e galerias de drenagem construídas para um volume de água muito menor do que hoje, devido ao aumento da impermeabilização do solo pela urbanização.

A área de baixada da Bacia do Canal do Mangue é exutória das suas sub-bacias, e quase plana, com declividades inferiores a 2,5%, representando cerca de 40% da área da bacia. É nessa região que fluem os principais tributários do Canal do Mangue: os rios Joana, Maracanã, Trapicheiro, Comprido e Papa-Couve ou Catumbi.

Uma parte da bacia é aclivosa, com declividade média superior a 40%, e nela se encontra a maioria das favelas situadas na bacia. A região íngreme é revestida por matas densas, por vegetação arbustiva e gramíneas, com altitudes máximas em torno de 850 metros.

Vários trechos dos Rios Trapicheiro, Joana e Maracanã são canalizados com galerias capeadas e dimensões insuficientes. Os trechos a céu aberto, do tipo canais, em determinados estirões, não asseguram larguras e profundidades necessárias e estão sujeitos a obstruções e assoreamentos.

Atualmente, qualquer intervenção de obra de drenagem se torna muito complexa devido à intensidade e a forma de urbanização. São exigidas técnicas novas que devem ser ajustadas às

composições e acertos gerenciais, ou fundamentadas em novos instrumentos legais e institucionais.

Quando obras de macro-drenagem em regiões urbanas são realizadas sem uma visão integrada da bacia hidrográfica, é possível gerar enchentes como efeitos colaterais. Ao conter uma cheia local, como é o caso dessa bacia, através de correção da capacidade de descarga, muitas vezes o que ocorre é a transferência do problema para jusante.

As obras projetadas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro contratada pela Fundação Rio-Águas para o Controle de Enchentes na Bacia do Mangue, com projeto básico, foram baseadas nos conceitos do Método de Regularização Espacial de Vazões. Nesse referido método, a maior parte das obras de controle de enchentes é baseada na captação e o armazenamento da maior quantidade possível dos deflúvios de cheias em trânsitos por regiões de encostas da bacia, onde as intensidades de chuvas são maiores, bem como as declividades do terreno, e conseqüentemente, também são maiores as velocidades do fluxo.

De acordo com esse método, as outras obras previstas deverão ser implantadas nas calhas dos rios com o objetivo de amortecer os picos dos hidrogramas de cheias em trânsito nas artérias principais de macro-drenagem da bacia, acarretando um aumento de tempo de percurso desses picos ao longo dos referidos canais e/ou galerias, assim atrasando a chegada dos mesmos à jusante e minimizando as condições de alagamento das regiões de concentração de vazão.

Com as Intervenções de Projeto que atuam nessas zonas de sopé dos morros, obtém-se o resultado da diminuição das vazões sólidas, que são sedimentos transportados, e o lixo disperso que atualmente são carreados para as ruas e para a rede de micro-drenagem dos logradouros vizinhos às encostas.

Optou-se por concentrar a implantação das intervenções nas quatro sub-bacias mais importantes em termos de área drenada, comprimento do estirão e extensão de área alagada que são as dos Rios Joana, Maracanã, Trapicheiro, Comprido. As outras são sub-bacias menores e com contribuições também menores (UFRJ, 2002).

Foram previstos dois tipos de intervenção classificados em função de sua localização na bacia:

1) **Intervenções de Encostas:** obras de captação dos deflúvios de enchentes que fluem sobre o terreno e o arruamento das encostas, com um reservatório de amortecimento dos volumes

afluentes, isto é, água captada com uma estrutura de dissipação de energia das vazões efluentes e sua restituição à calha natural do rio ou à rede de micro-drenagem existente.

2) **Intervenções de Calha:** estruturas denominadas de ‘soleiras de admitância’ que são dispostas em cascatas na calha dos rios, servindo para amortecimento de cheias com pequena capacidade de acumulação. Como estão dispostas ao longo de estirões predeterminados, funcionam desacelerando o escoamento, aumentando assim o tempo de percurso dos picos dos hidrogramas de enchentes. Essas soleiras são complementadas com estruturas de dissipação de energia das vazões efluentes.

O lançamento das intervenções de encosta foi efetuado com base nos seguintes critérios:

a) Sub-bacia hidrográfica com área de contribuição significativa para as vazões de enchentes de afluentes aos rios principais da bacia hidrográfica;

b) Existência de terreno no sopé da encosta que não esteja ocupada, com área razoavelmente grande, pois abrigará um reservatório de amortecimento de cheias que tenha capacidade de acumulação compatível com os hidrogramas afluentes relativo a ele;

c) Facilidade de acesso não só para as obras, como também para a manutenção das estruturas;

d) As estruturas deverão causar o mínimo impacto ambiental possível.

e) Os locais de implantação das estruturas componentes das intervenções devem possuir características geotécnicas adequadas às cargas atuantes nas fundações dessas estruturas, bem como fornecer uma resistência apropriada à instalação de ombreiras dos barramentos dos reservatórios (figura 14).

Essas intervenções de encostas utilizam reservatórios provisórios de detenção servindo para amortecer as vazões dos hidrogramas de cheias afluentes e, uma vez passada a onda de cheia, o reservatório esvazia-se em poucas horas.

Os reservatórios devem ser dotados de descarregadores de fundo, intermediário e de superfície, de forma que se tire o máximo proveito da sua capacidade de acumulação, removendo de maneira controlada os deflúvios afluentes nos reservatórios. Se os reservatórios são de baixa altura, abaixo de 6 metros, não se colocam descarregadores intermediários.



FIGURA 14 – Pequenos barramentos dotados de descarregadores de fundo e vertedores

Fonte: PLANÁGUA/SEMADS/GTZ (2001)

Além dos critérios usados para as medidas indicadas para implantação, existem também propostas para a manutenção das intervenções para que continuem sendo eficazes após sua construção. É sugerido que a coleta e a remoção do lixo disperso e de materiais sólidos em suspensão ocorram nas proximidades das intervenções. É fundamental a rotina de manutenção do sistema que deverá ser efetuada regularmente, tanto no período de estiagem como, especialmente no de cheias.

A situação atual da Bacia do Mangue apresenta quatro cenários, para um tempo de recorrência de 10 anos, e por consequência a bacia do Rio Joana, segundo os estudos realizados

pela Universidade Federal do Rio de Janeiro em 2000:

1) A intensa urbanização e desordenada, com as encostas com um alto índice de favelização, tornando a impermeabilização alta, acarretando uma contribuição elevada na planície;

2) Três distintas distribuições de chuvas na bacia influenciam a contribuição local para o alagamento na região da Praça da Bandeira.

Com a análise destes cenários, para todos os tempos de recorrência simulados, constata-se que a intensa favelização das encostas aumenta o coeficiente de escoamento superficial e da proporção das enchentes sobre a bacia de forma generalizada, as quais são mais acentuadas na área da Praça da Bandeira e adjacências.

Para a macro-bacia foram projetadas 21 intervenções que estão interligadas, mas vamos nos deter só na da Bacia do Rio Joana.

O convênio entre UERJ/FINEP/BID em 2002 teve como resultado o Projeto de Pesquisa sobre a problemática do manejo hídrico levando em consideração o uso inadequado do solo e da água pela ação do homem. O projeto buscou fornecer contribuição tecnológica dentro de uma visão que levasse em conta a valorização da bacia hidrográfica e de seus aspectos sanitários e ambientais, para se garantir a sustentabilidade da bacia do Rio Joana, uma das mais problemáticas da Cidade do Rio de Janeiro. No projeto procurou-se ainda avaliar e diagnosticar o regime do rio, a forma de ocupação da bacia hidrográfica, visando regularizar o regime do rio, minimizando os picos de enchentes nos períodos de chuvas intensas e ampliando as vazões mínimas do rio nos períodos de estiagem.

O sistema de Regularização Espacial de Vazões Fluviais é usado para correção do desenvolvimento desordenado e o mau planejamento da fixação das populações humanas nas bacias hidrográficas urbanas, que levou basicamente a um aumento de impermeabilidade nos solos, promovendo um aumento nos valores dos escoamentos das águas superficiais.

O processo de Regularização Espacial de Vazões Fluviais visa atender dois objetivos:

1) Aumentar a infiltração nas encostas e planícies de fundo de vales da bacia, com isso minimizar o escoamento superficial, atuando com recarga artificial através de pequenas obras hidráulicas e reflorestamento adequado. Esse procedimento leva a um reforço de águas nos lençóis freáticos e conseqüentemente uma regularização hidrosedimentológica das calhas fluviais

drenantes da bacia;

2) Controlar os escoamentos de calha ao longo dos estirões fluviais drenantes de fundo de vale, com intervenções que afetem de forma favorável os tempos de acumulação hídrica e o tempo de propagação de ondas de cheia. Fazendo uso de pequenas soleiras contidas na calha, distribuídas ao longo dos estirões do rio.

Na execução do Projeto de Pesquisa foram implantados na bacia do Rio Joana três postos fluviométricos, um próximo a UERJ, outro próximo ao Supermercado Extra Boulevard e o terceiro no Rio Andaraí, um afluente importante do Rio Joana.

Esses três postos foram amarrados planimetricamente usando o Sistema de Posicionamento Global – GPS, que foram adquiridos com o projeto.

Nesses postos fluviométricos foram medidas as vazões fluviais, juntamente com as medições de níveis d'águas pelos sensores Thalimedes, instaladas réguas linimétricas para verificação e aferição dos valores registrados com os sensores.

Em função dos levantamentos dos dados, pode-se chegar às faixas de declividade do Rio Joana: no trecho mais alto com declividade de 22%; no seu trecho médio com declividade de 2,3%; e no seu trecho mais baixo, declividade de 0,32%. A declividade média do Rio Joana até sua desembocadura no Canal do Maracanã é de 7,6%.

Na fase final do projeto deu-se a definição dos deflúvios de acumulação que servirá para o combate as enchentes, utilizados na implantação da metodologia de Regularização de Vazões Fluviais, dando origem aos estudos hidrológicos caracterizando as Zonas Hidrogenéticas da bacia. Com a caracterização das Zonas Hidrogenéticas, pode-se indicar os locais da implantação das obras e atuações adequadas de manejo hídrico.

Nas áreas da bacia com forte declividade e grande potencial de energia cinética, Zona de Reforço de Umidade, entre as cotas 900 m e 675 m, controle de cheias nas Zonas Hidrogenéticas da Bacia foram propostas através de atuações que visem retenção do fluxo d'água, para posterior escoamento, tais como:

- a) Reflorestamento adequado das áreas de reforço de umidade é muito eficiente no controle do escoamento superficial e favorece a infiltração;
- b) Construção de soleiras de encostas, blocos de pedras secas ou argamassadas, dispostas

segundo o alinhamento das curvas de nível da bacia hidrográfica, com o objetivo de reter o material sólido que causa erosão e dissipar a energia do escoamento superficial, diminuindo assim a velocidade da água, atrasando a sua chegada na zona de contribuição;

c) Outras intervenções: os reservatórios de cheias, com a finalidade de reter o grande volume de água, tornam menos abrupta a forma de escoamento. Tais reservatórios promovem, ao longo do tempo, a liberação da água de forma contínua e constante, sem provocar desequilíbrio na calha do rio.

Entre as cotas 675 m e 50 m fica a Zona Dinâmica da Bacia, caracterizada por ser suas declividades mais brandas do que a zona de reforço de umidade, sendo necessária a retenção do escoamento de água, fazendo-o chegar à zona de contribuição inicial no momento em que não haja mais risco de enchente. Para esta área são indicadas:

a) As intervenções de encostas, com valas de terraceamento, valas com pequena declividade, alinhadas na direção das curvas de nível, com objetivo principal de recarregar o lençol freático, retendo o escoamento superficial da encosta;

b) Os alçapões sedimentológicos, que são valas criadas para reter material sedimentar proveniente da zona de reforço de umidade, com objetivo de evitar o assoreamento da calha do rio, porque quando isto acontece aumenta o nível d'água, provocando enchentes;

c) As intervenções constituídas por reservatórios de vale de amortecimento, já citados, reservatórios a céu aberto, obras de pequeno e médio reservatório de cheia, situadas no trecho médio superior dos rios Jacó e Perdido, afluentes do Rio Joana. Os reservatórios são dotados de descarregadores de fundo, intermediários e de superfície, os reservatórios de baixa altura não têm descarregadores intermediários.

Na Zona de Contribuição Inicial da Bacia, com cotas abaixo de 50 m, com pequenas declividades e conseqüente escoamento fluvial com menores velocidades, não se deve optar pela retenção do escoamento, mas pelo deságüe com o mínimo de perdas de carga, para evitar o transbordamento da calha. Para esta área são indicadas:

a) As Bacias de Retenção que são áreas reservadas para acumular o excesso do volume de água, as quais não comporta o escoamento de uma só vez. A água será deslocada para essas bacias, podendo ser uma praça ou um parque, durante uma chuva intensa, para ser posteriormente devolvida à calha do rio, seguindo o seu curso normal.

b) O controle da regularização do escoamento da calha, quando se tratar de uma área da bacia plana e por isso com pouca velocidade de escoamento, na calha do rio não devem existir estreitamentos, curvas agudas, pilares de pontes, mudanças bruscas na seção de sua calha, acúmulo de lixo e material sólido. Esses fatores levariam ao aumento de perda de carga e conseqüentemente o nível d'água se elevará, extravasando a calha, provocando enchentes em regiões próximas. Devem-se utilizar atuações de melhoramento e manutenção corretivas, que evitam essas situações que poderiam ampliar a magnitude das enchentes urbanas.

c) O controle sobre o lançamento de esgotos e lixos, tanto ao longo da encosta como na calha do rio, deve ser constante, sem pausa uma vez que esses fatores além de gerarem obstáculos ao escoamento aumentando o risco de enchentes, provocam contaminação patogênica das águas do rio, podendo ocasionar doenças sérias e graves.

A metodologia da Regularização Espacial de Vazões é usada para garantir a sustentabilidade e pode ser possível no combate tanto as secas e enchentes ao mesmo tempo, pois as águas acumuladas nos mantos porosos da bacia hidrográfica tornam possível a recarga artificial de vazões durante os períodos de cheias, amortecendo os efeitos das enchentes, alimentando os lençóis freáticos e desta forma, durante os períodos de estiagem incrementaram a alimentação hídrica dos cursos d'água dos lençóis de água subterrâneos, aumentando a vazão mínima dos rios.

Pode-se ainda reforçar as recargas de água nos lençóis freáticos reciclando-se de forma adequada os esgotos sanitários produzidos pelo homem, processo que vem sendo usado com sucesso em algumas partes do mundo, como Israel, Arizona, etc. Esse tipo de atuação está relacionado ao conceito de sustentabilidade, onde os esgotos sanitários, que são fatores negativos, podem ser considerados fontes de riquezas e valorização ambiental (UERJ, 2002).

CAPÍTULO 6 – Conclusões e Recomendações

A Lei 9.433/97, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, propõe a participação da sociedade através da criação de Comitês e Agências de Bacias Hidrográficas, o que deve ser implantado gradativamente. Quanto a essa prática, o que existe atualmente são mobilizações muito pontuais com pouca participação efetiva da sociedade. Com essa lei, conhecida como Lei das Águas, governantes e cidadãos passam a dispor de instrumento de gestão dos recursos naturais, tornando possível a aplicação das diretrizes preconizadas pela Agenda 21, elaborada por ocasião da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Humano, ocorrida Rio de Janeiro, em 1992.

O Estado tem um papel indutor de sustentabilidade, contudo as práticas ambientais no Brasil vão ao sentido de coibir os impactos sobre o meio natural quando estes já ocorreram, usando meios legais, fiscalizando e reprimindo, muitas vezes de forma ineficaz. Os aspectos ambientais não estão integrados na formulação e na implantação de políticas setoriais e macroeconômicas. Os governantes e tomadores de decisão acabam por agir de forma imediatista, agravando a situação econômica e social decorrente da ausência de planejamento que considerem esses aspectos.

Além disso, constata-se que o próprio Poder Público age historicamente como um infrator ambiental, ao realizar intervenções equivocadas de grande porte e causando resultados negativos ao Meio Ambiente, ao patrimônio nacional e ao bem-estar da população. Isto decorre face aos investimentos não adequados ou mal alocados, ou quando movido por pressão econômica, ou ainda por omissão fiscalizatória ou planejadora.

Destaca-se também a constante desculpa da carência de recursos financeiros para as áreas de saúde, saneamento, educação, habitação, ou seja, levando a precarização de todos esses serviços essenciais, tornando a situação cada vez mais grave e postergando a solução dos problemas.

Grande parte dos municípios brasileiros não possui nenhum tipo de tratamento de seus efluentes, sejam domésticos ou industriais, que vão parar nos corpos hídricos, valas abertas ou diretamente no solo. Fato esse que ocorre nas comunidades mais carentes, as ditas ‘favelas’ nas

grandes cidades. Essas comunidades vêm crescendo sistematicamente, com suas moradias se verticalizando e torna o processo mais perigoso.

Nestas comunidades a água potável, quando existente, está sendo usada de forma inadequada, causando perda de vidas. A água descartada carrega os dejetos e contamina toda a área em que essa população vive, repetindo a mesma prática utilizada no início da colonização, o que nos leva a pensar que não avançamos muito neste processo. Hoje a situação é outra, pois já se pode contar com grandes avanços técnicos em todos os setores, não se justificando a sucessiva repetição de erros históricos, sobretudo no que diz respeito ao uso/ocupação do solo, ao saneamento e, em particular, à forma como se planeja a drenagem urbana.

Os centros urbanos do Estado do Rio de Janeiro crescem de forma espontânea, atendendo as necessidades imediatas da população de baixa renda, que por falta de condições de moradia adequada e sem fontes de financiamento, buscam soluções próprias habitando os locais mais insalubres e de risco, como as encostas e faixas marginais de rios e baixadas.

Desta forma, a ocupação desordenada na bacia hidrográfica urbana gera vários problemas relacionados à saúde dessa população carente, tais como: falta de saneamento básico, aumento do escoamento superficial das encostas, impermeabilização e erosão do solo, desmatamentos, queimadas. Como consequência tem-se: os assoreamentos dos sistemas de drenagens existentes; incremento da magnitude das ondas de enchentes nas áreas baixas da bacia; deslizamento de encostas, gerando prejuízos econômicos e riscos ao bem estar de toda a população.

O propósito desse trabalho foi de estudar a problemática dessas bacias urbanas, as quais demandam implantar um processo de gestão participativo da sociedade em conjunto com o Poder Público, em suas várias esferas. Com o conhecimento da evolução do processo histórico da ocupação do solo foi possível conhecer mais profundamente as origens dos problemas enfrentados atualmente. Assim, as características da população local podem ser identificadas, o que é de certa forma peculiar, com a sua maneira de se adaptar as adversidades existentes, possibilitando avaliar-se as alternativas estudadas para correções de ações passadas.

O estudo destacou o problema que já assola a região por muito tempo, ou seja, as enchentes, responsáveis por grandes calamidades e prejuízos, tendo sido agravadas pela urbanização que levou a degradação dos ecossistemas naturais, próprios da topografia existente que se constituía basicamente de resquícios de Mata Atlântica nas encostas e de manguezais nas áreas de baixadas.

Dentre os programas de intervenção realizados na área de estudo, destacam-se o Pró-Sanear, do Governo Estadual, o qual foi paralisado há dois governos passados e o Favela-Bairro, que é da esfera Municipal e vem prosseguindo até hoje.

Nos estudos contratados pela Fundação Rio-Águas, nem todas as intervenções propostas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro foram até agora executadas. As obras de drenagem correspondem a uma etapa vultosa e causa grandes transtornos na sua execução, principalmente nos trechos em que há favelas. Ressalta-se que qualquer obra de melhoria nessas regiões é bem aceita pela população local, pois mesma se sente valorizada.

Caso as intervenções propostas se realizem, alguns cuidados devem ser tomados para que as intervenções não continuem usadas de forma inadequada, como por exemplo, na época da construção do Metrô no bairro de Vieira Fazenda, cuja estrutura foi usada como suporte das paredes das casas pela população carente. As estruturas de drenagem a serem implantadas devem estar protegidas quanto ao acesso da comunidade.

Para o êxito de projetos desta natureza, a população deve ser e esclarecida quanto às intervenções, para que haja aceitação e colaboração. É fundamental mantê-la informada sobre os riscos das enchentes e dos perigos que representam não respeitá-las, esclarecendo que as inundações são eventos naturais, dos quais não se pode evitar e contra e os quais devem se proteger. Assim, é preciso alertar a comunidade sobre os riscos que envolvem quando ocupam as encostas e as linhas de drenagem, ou lançam lixo nas vertentes e canais, ou ainda ao ter contato com água contaminada, dentre outros. Uma das coisas mais importantes diz respeito ao aspecto educativo tão citado, mas pouco praticado, que pode ser realizado através de campanhas e programas permanentes, com a participação ativa da comunidade em todas as fases de execução.

Quanto a recomendações de médio e longo prazo para implantação de uma política de desenvolvimento sustentável, deve-se levar em conta o crescimento econômico, a sustentabilidade ambiental e a equidade, sem os quais não há possibilidade de um progresso real de todas as camadas da sociedade, levando-se em consideração a vocação de seus vários segmentos.

Um dos resultados importantes da pesquisa é a constatação da necessidade de implantar uma gestão integrada do uso da água, do solo e do saneamento básico, apoiado em programas de educação ambiental e nos princípios enunciados na Lei 9433/97, a 'Lei das Águas'.

Os processos de implantação da gestão integrada de bacias hidrográficas devem buscar o melhor aproveitamento dos recursos das mesmas, com manejo adequado e garantia de sua preservação. A equidade só será alcançada quando os sistemas de gestão forem participativos e democráticos. Essa necessidade de participação pública está citada na própria Lei das Águas, quando diz que “*a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do poder Público, dos usuários e das comunidades*”.

Reverter o processo de urbanização com ocupação desordenada das encostas, construções de estradas, desmatamentos, poluição de origem pontual e difusa das águas superficiais, etc, é um dever do gestor público.

Para tal, os estudos desenvolvidos pelas Universidades citadas indicam a adoção de planejamento urbano visando a sustentabilidade da bacia hidrográfica, com previsão de áreas verdes, retendo-se águas de chuva e proteção do solo. As bacias de retenção podem ser utilizadas como áreas de lazer em períodos não chuvosos, nas épocas de cheias serão usadas como bacia de retenção de picos de cheias, mesmo em áreas com alta densidade populacional, áreas permeáveis e verdes devem ser previstas, para aumentar a infiltração das águas de chuvas no solo, garantindo também sua qualidade, evitando o carreamento de húmus, diminuindo os riscos de enchentes.

Para finalizar, indicam-se alguns princípios básicos para o controle de enchentes e prevenção das inundações, tais como:

a) A Água faz parte da Vida

A água e os rios devem ser considerados em todos os campos da sociedade, em qualquer região, pois fazem parte da natureza e devido a sua importância para a vida.

b) Água deve ser retida na Bacia

A água deve ser retida o maior tempo possível em toda área da bacia hidrográfica, isto é através das matas naturais e reflorestadas, nas áreas cultivadas e nos leitos dos cursos d'água, tanto no rio principal como nos afluentes, inclusive em reservatórios.

c) É fundamental manter o espaço para o rio

O espaço natural do rio deve ser respeitado para que seu escoamento natural seja mantido, sem aceleração da vazão para jusante.

d) Aprender a conhecer os riscos

O risco de ocorrer enchentes maiores do que as que foram consideradas no projeto de controle de enchentes sempre existe; deve-se aprender a conviver com esse fato.

e) Agir de forma solidária e integrada

As ações de controle de enchentes e prevenção de inundações devem ser pré-requisitos nas ações integradas e solidárias em toda a bacia hidrográfica, visando sempre os problemas que possam ocorrer com os vizinhos à jusante.

Para fins de estudos posteriores, recomenda-se acompanhar a evolução dos processos antrópicos para a bacia estudada e buscar um maior aprofundamento do conhecimento das intervenções governamentais que ocorreram na área, o que não foi possível no escopo do presente trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CEDAE, Companhia Estadual de Água e Esgoto do Rio de Janeiro. *As águas rolam*, Ed. Monte Castelo, Rio de Janeiro, RJ, 2001.

_____, Companhia Estadual de Água e Esgoto do Rio de Janeiro, CEDAE, Rio de Janeiro, RJ, 1988.

CORREIA, A. M., Terra Carioca – Fontes e Chafarizes, *in: Revista do Instituto Histórico e Geográfico*, Rio de Janeiro, RJ, volume 170, 1935.

COVARRUBIAS, J., disponível em

<[http:// www.estadão.com.br/internacional/guerra/oriente/mesopotamia](http://www.estadão.com.br/internacional/guerra/oriente/mesopotamia)> , acesso em 30 de janeiro de 2003.

CUNHA , E., Ciclo dos Sertões, vol. II, Ed. Companhia José Aguilar, Rio de Janeiro, GB, 1966.

DINIZ, A., artigo do Jornal do Brasil Ecológico, pág. 15, 26/10, Rio de Janeiro, RJ, 2002.

FUNDAÇÃO S.O.S. MATA ATLÂNTICA; INPE/INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, Evolução dos Remanescentes Florestais e Ecossistemas Associados do Domínio da Mata Atlântica, 2001

FUNDAÇÃO S.O.S. MATA ATLÂNTICA, site oficial disponível em

<<http://www.sosmataatlantica.org.br>>, acessado em 20 de setembro de 2003

PREFEITURA MUNICIPAL DO RIO DE JANEIRO, Projeto: favela tem memória, site oficial disponível em <<http://www.rio.rj.gov.br>>; acessado em 20 de novembro de 2003.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Programa de Saneamento Básico Nacional (PNSB), 2001

_____. Pesquisa em 4.425 municípios brasileiros, em 1989/1990.

ODUM, E. P. Ecologia, Ed. Interamericana, Rio de Janeiro, RJ, 1985.

OLIVEIRA, M. C. & DRUMOND, M. A., Matas Ciliares: Manejo das bacias hidrográficas no controle da erosão e na melhoria do uso das águas das chuvas, EMBRAPA, Petrolina, PE, 2003.

OTTONI, A. B. Tecnologia do Manejo Hídrico em Bacias Hidrográficas Visando sua Valorização Sanitária e Ambiental. Tese de Doutorado, Escola Nacional de Saúde Pública, ENSP/FIOCRUZ, Rio de Janeiro, RJ, 1996.

PELTIER, M., Jornal O Globo, de 21 dez. 2002.

PLANÁGUA/SEMADS/GTZ, Cooperação Técnica Brasil/Alemanha, Publicado em dezesseis volumes, disponível em *cd-room*, SEMADS, Rio de Janeiro, RJ, 2001.

REVISTA RIO – ÁGUAS, Fundação Rio-Águas, Rio de Janeiro, RJ, out. /nov. 1999, p. 4.

REZENDE, S. C.; HELLER L. O Saneamento no Brasil: Políticas e Interfaces. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Belo Horizonte, MG, 2002.

SILVA, E. R., O Curso da Água na História: Simbologia, Moralidade e a Gestão de Recursos Hídricos Tese de Doutorado, Escola Nacional de Saúde Pública, ENSP/FIOCRUZ, Rio de Janeiro, RJ, 1998.

SILVA, R. M., A luta pela água, CEDAE, Rio de Janeiro, RJ, 1988a.

SILVA, J. R. da, Os esgotos da cidade do Rio de Janeiro 1857/1947, CEDAE, Rio de Janeiro, RJ, 1988b.

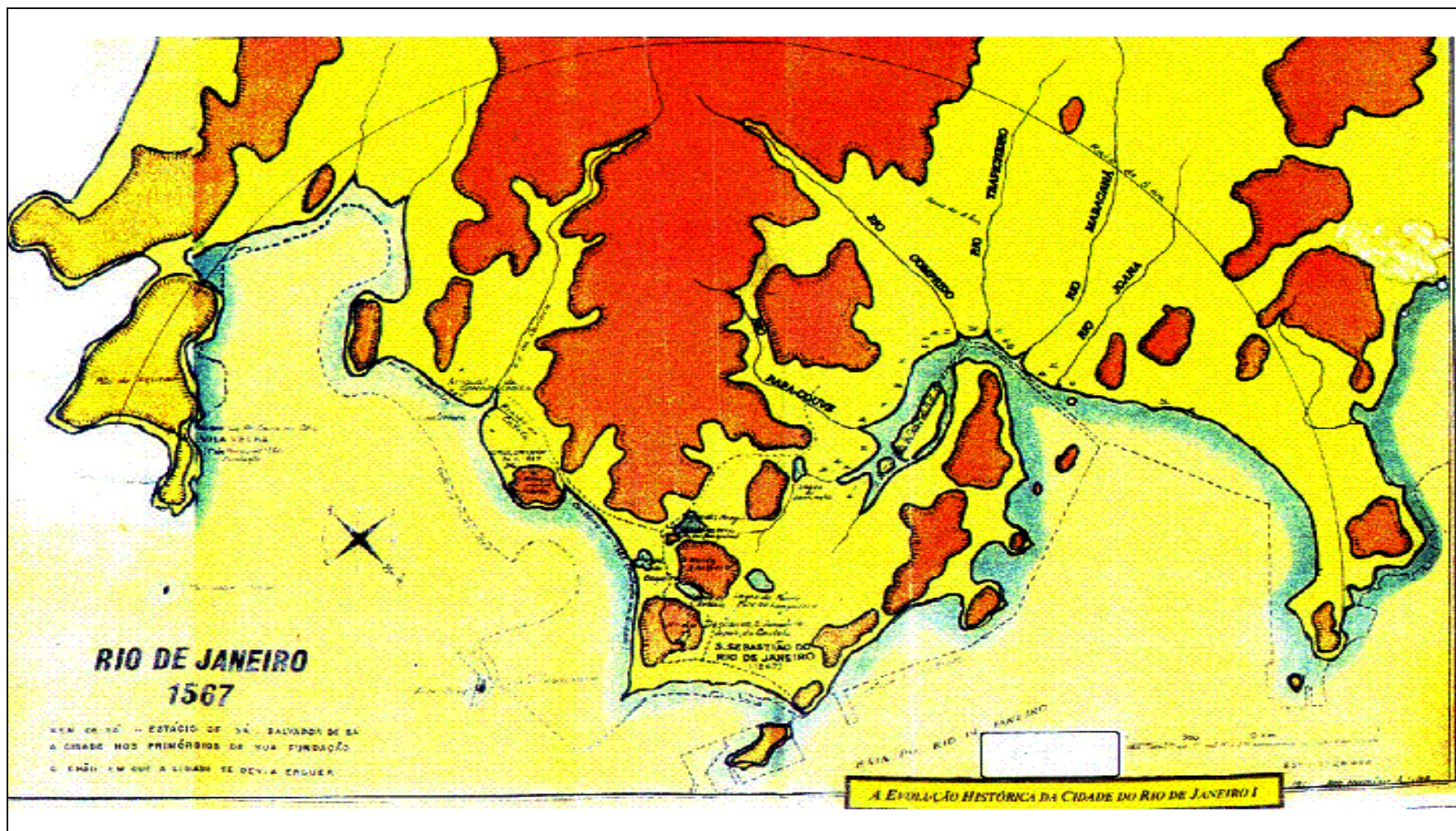
UERJ, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Projeto Manejo Hídrico de Bacias Hidrográficas Visando sua Valorização Ambiental, Relatório Resumido, Projeto UERJ/FINEP/REHIDRO Sub-Rede, Rio de Janeiro, RJ, 2002.

UFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Síntese da Evolução da Cidade do Rio de Janeiro de acordo com a História do Brasil, Rio de Janeiro, RJ, 2002.

_____. Execução de Concepção e de Projetos de Obras Cíveis e Ações de Controle das Enchentes na Bacia Hidrográfica do Canal do Mangue, Fundação Rio-Águas, Rio de Janeiro, RJ, 2000.

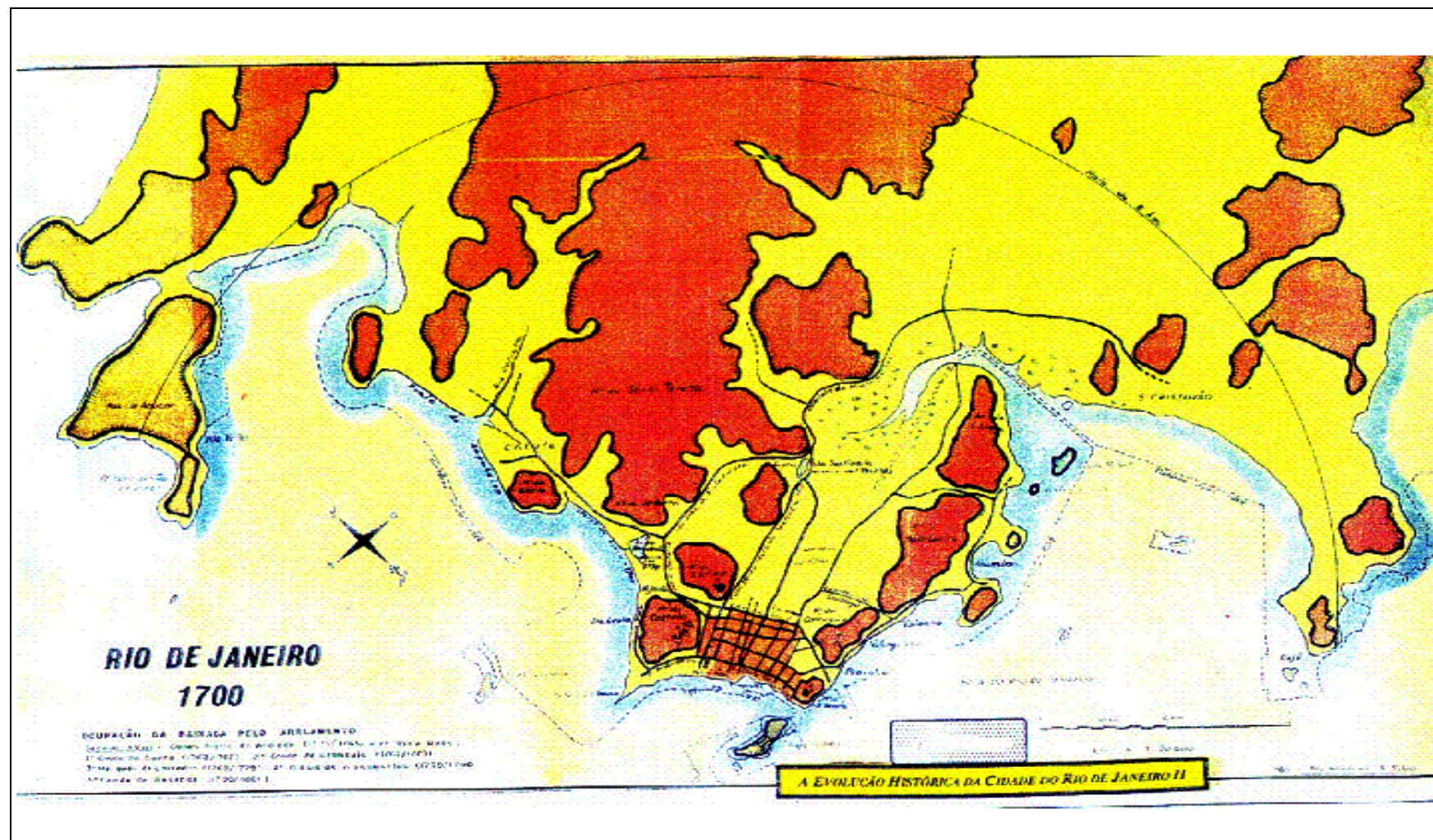
ANEXOS

ANEXO 1 - A EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO – datado de 1567

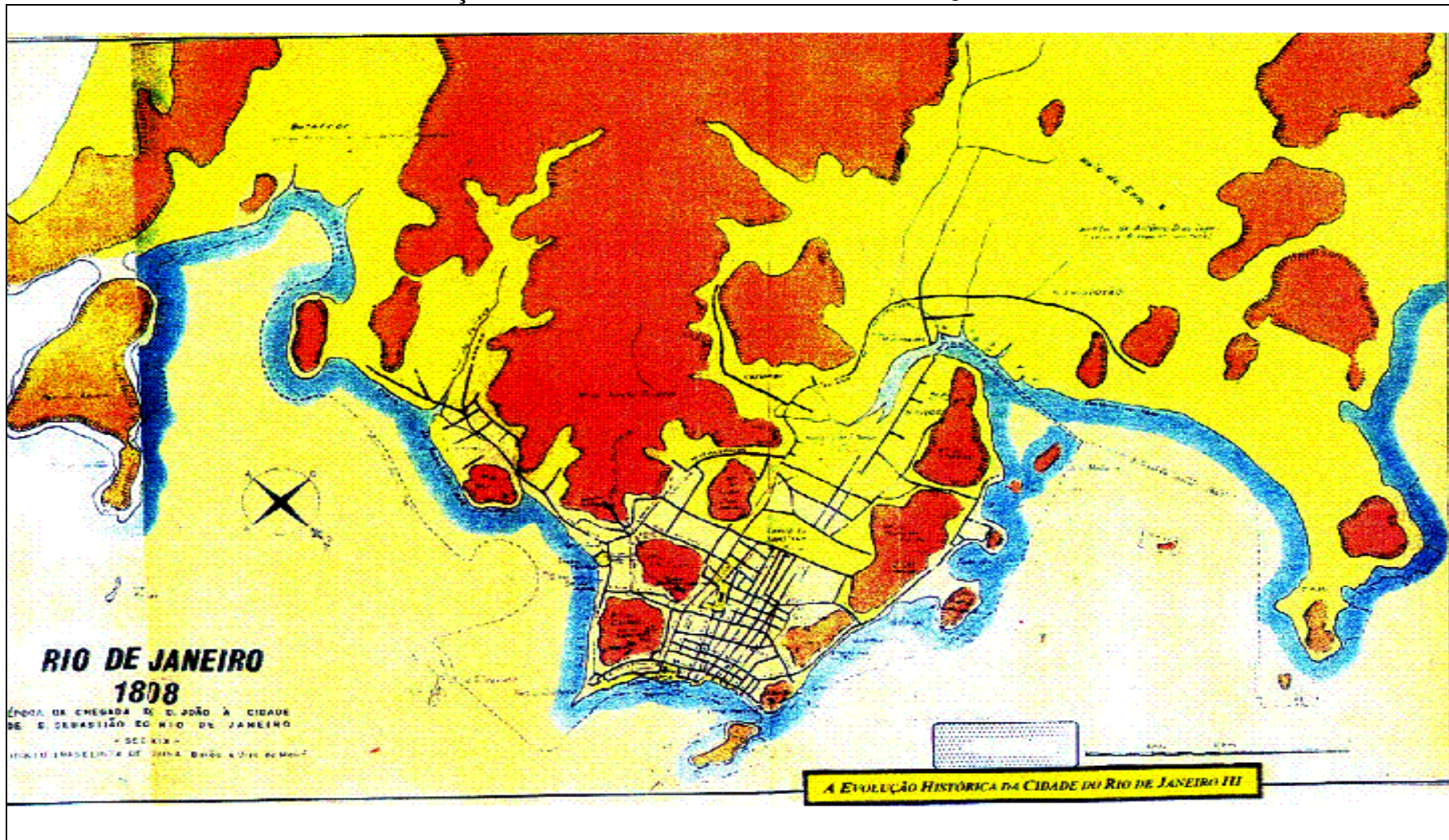


Fonte: UFRJ (2002)

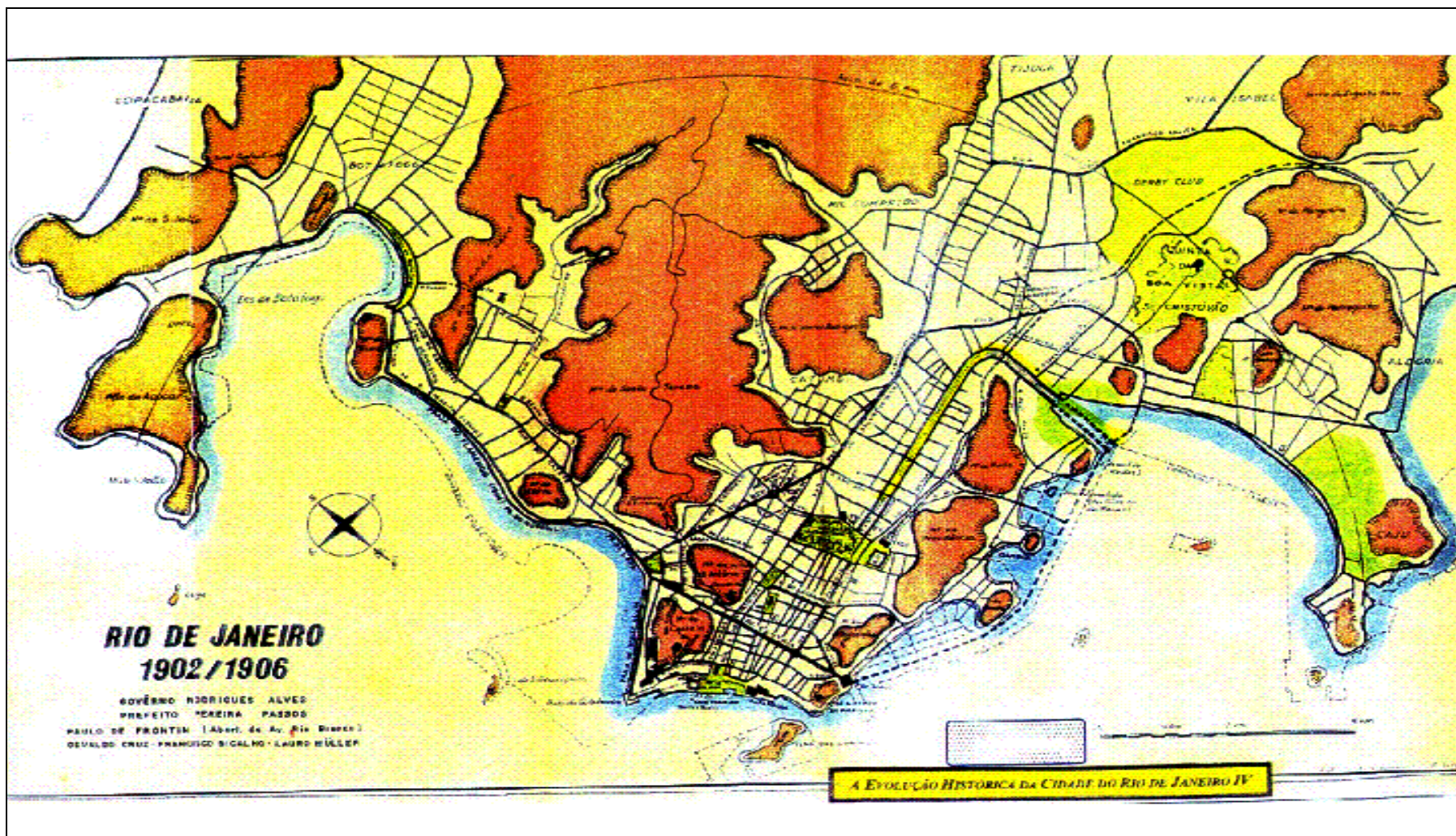
ANEXO 2 - A EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO – datado de 1700



Fonte: UFRJ (2002)

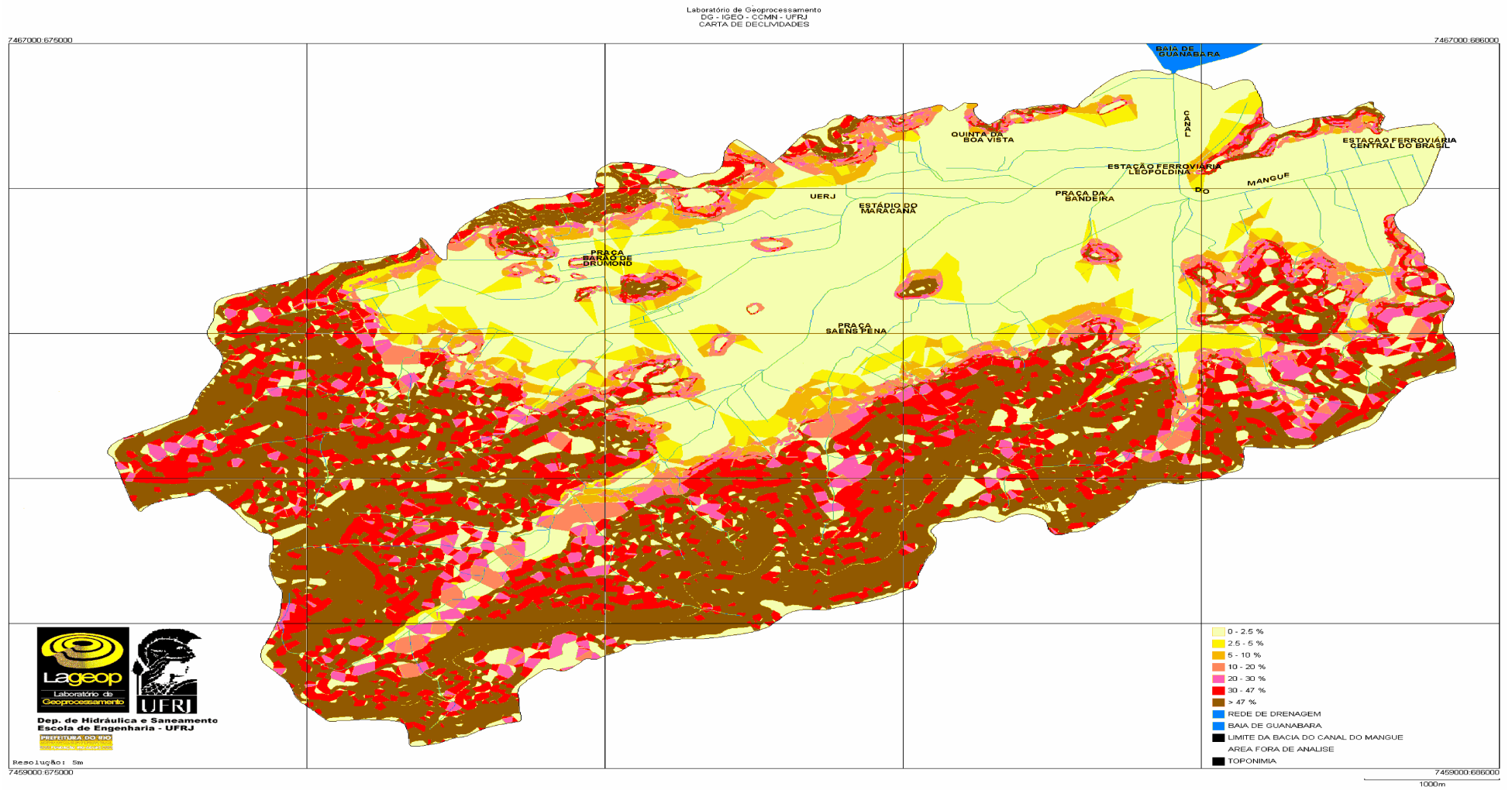
ANEXO 3 - A EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO – datado de 1808

Fonte: UFRJ (2002)

ANEXO 4 - A EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO – datado de 1902/1906

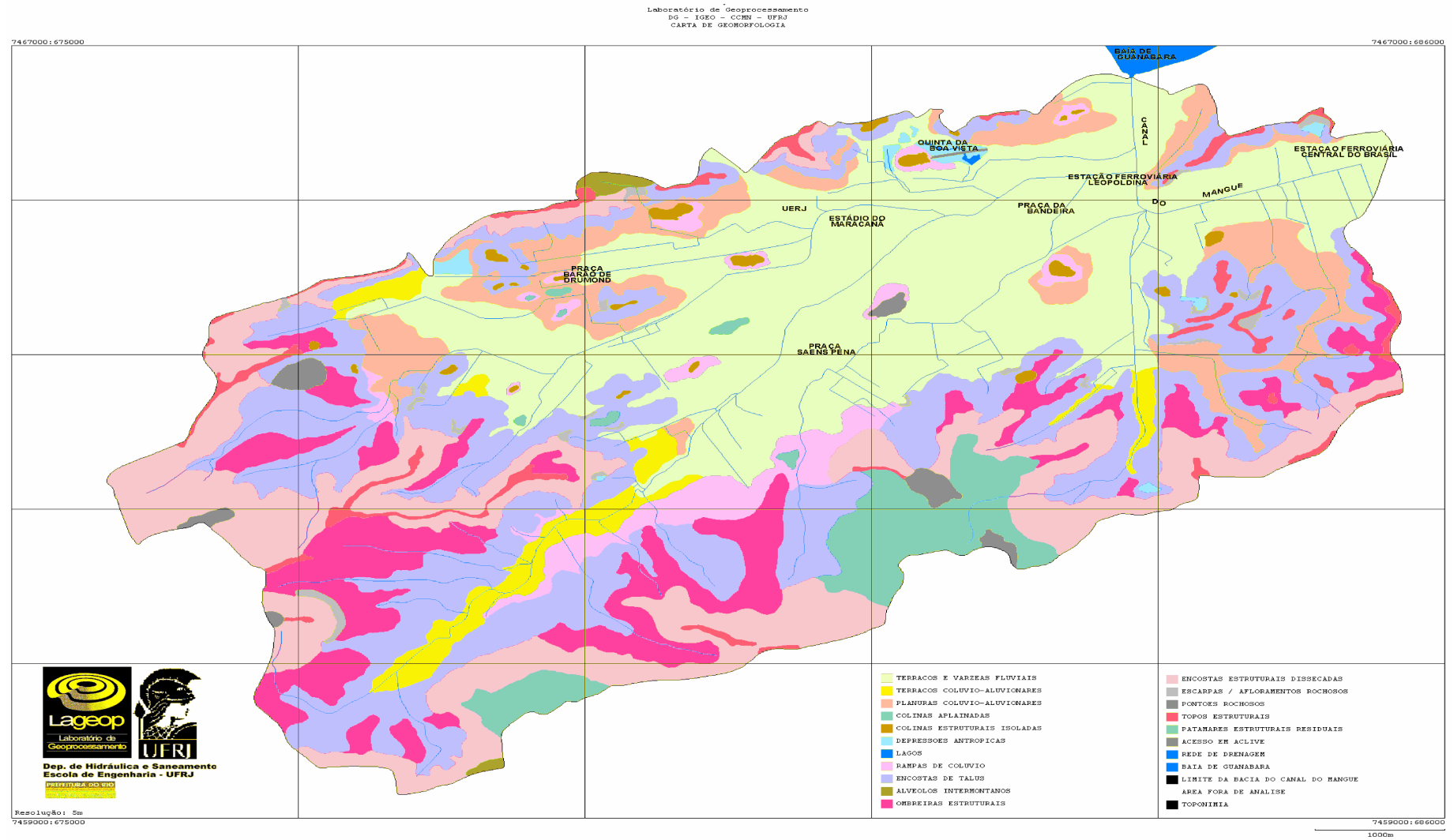
Fonte: UFRJ (2002)

ANEXO 5 - CARTA DE DECLIVIDADES



Fonte: UFRJ (2002)

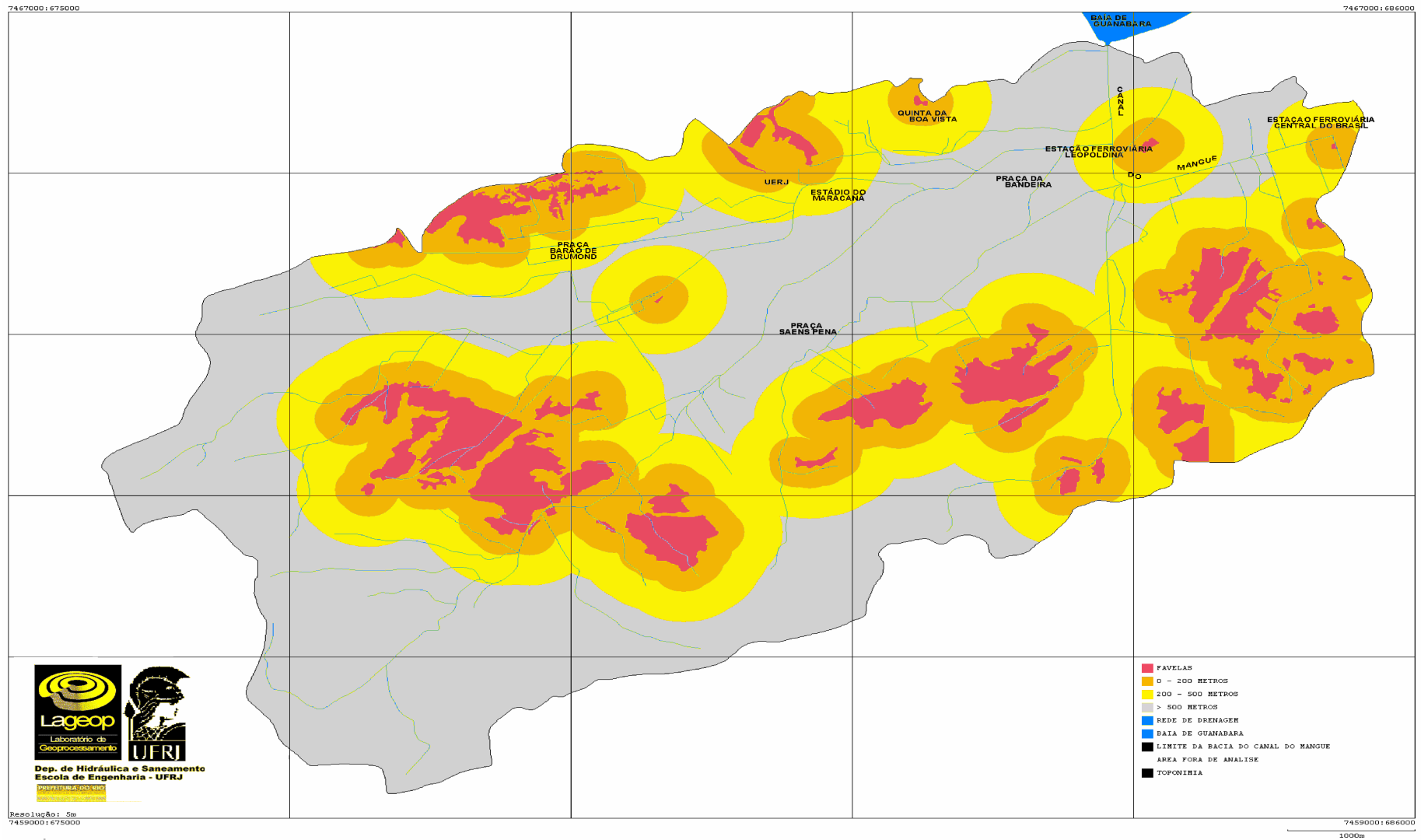
ANEXO 6 - CARTA DE GEOMORFOLOGIA



Fonte: UFRJ (2002)

ANEXO 8 - CARTA DE PROXIMIDADES DE FAVELAS

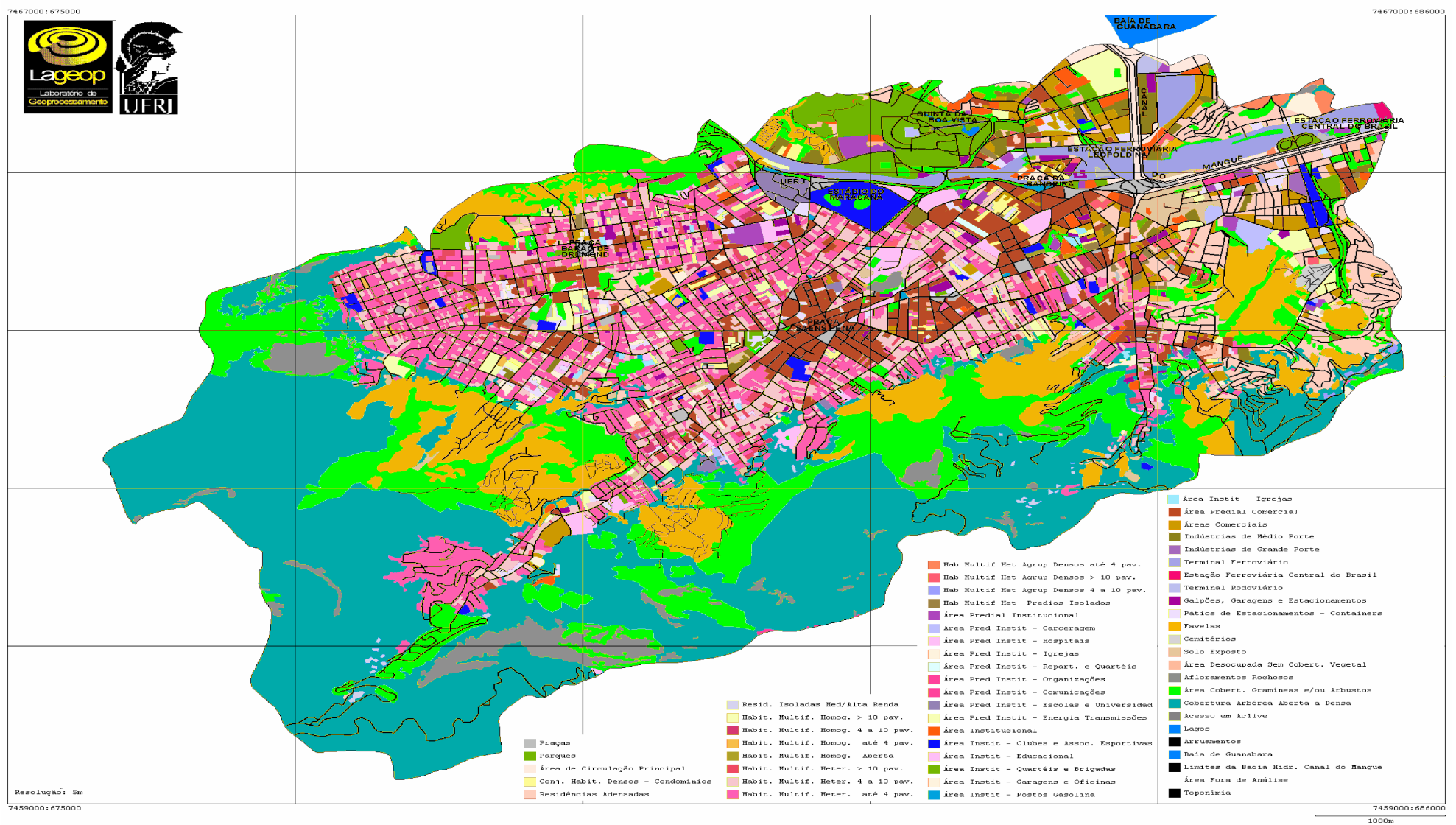
Sistema de Apoio A Decisão
Laboratório de Geoprocessamento
DG - IGEO - CCM - UFRJ
CARTA DE PROXIMIDADES DE FAVELAS



Fonte: UFRJ (2002)

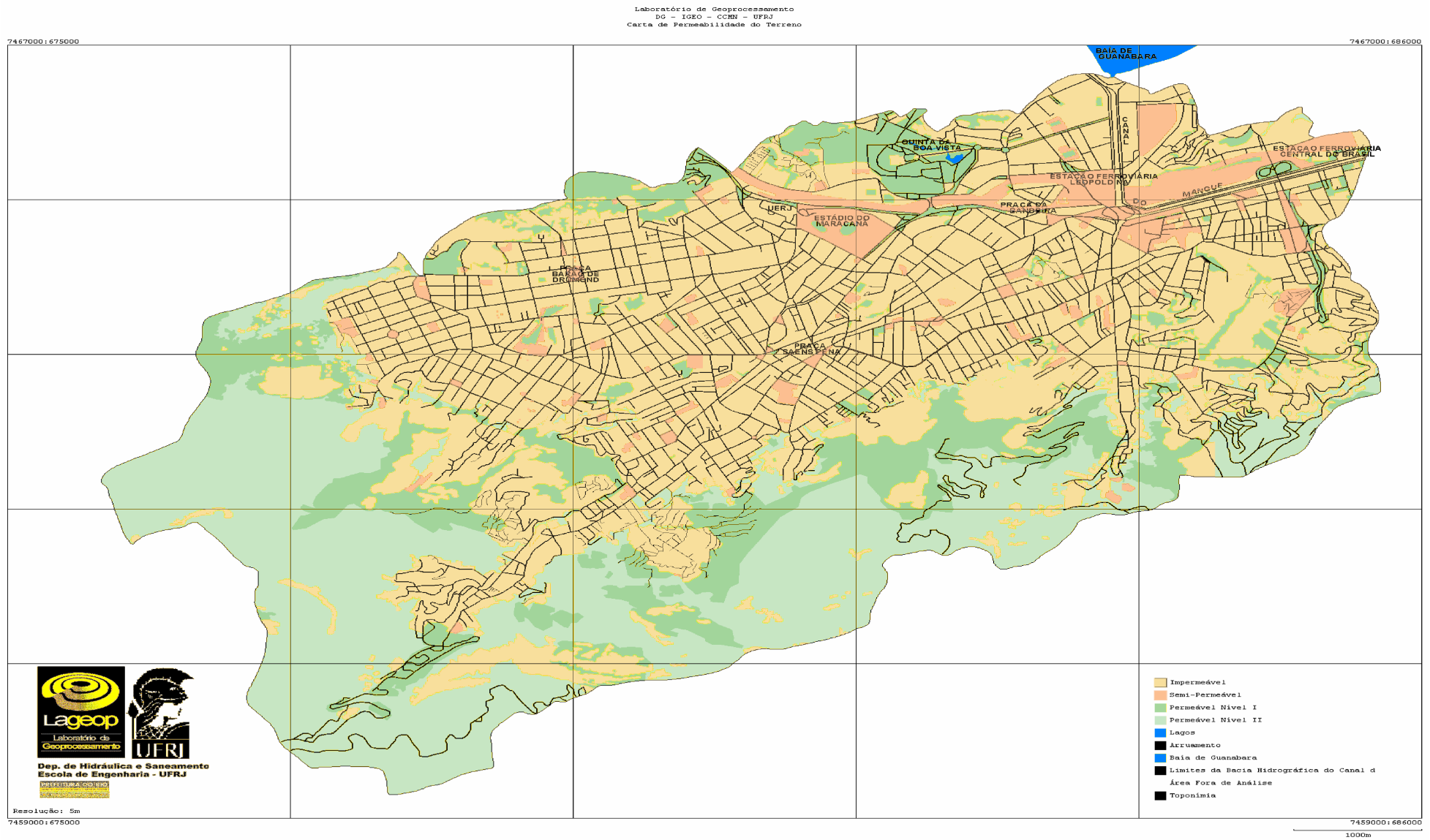
ANEXO 9 - CARTA DE USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL

Sistema de Apoio à Decisão
Laboratório de Geoprocessamento
DG - IGEO - CCMN - UFRJ
Carta de Uso da Terra e Cobertura Vegetal



Fonte: UFRJ (2002)

ANEXO 10 - CARTA DE PERMEABILIDADE DE TERRENO



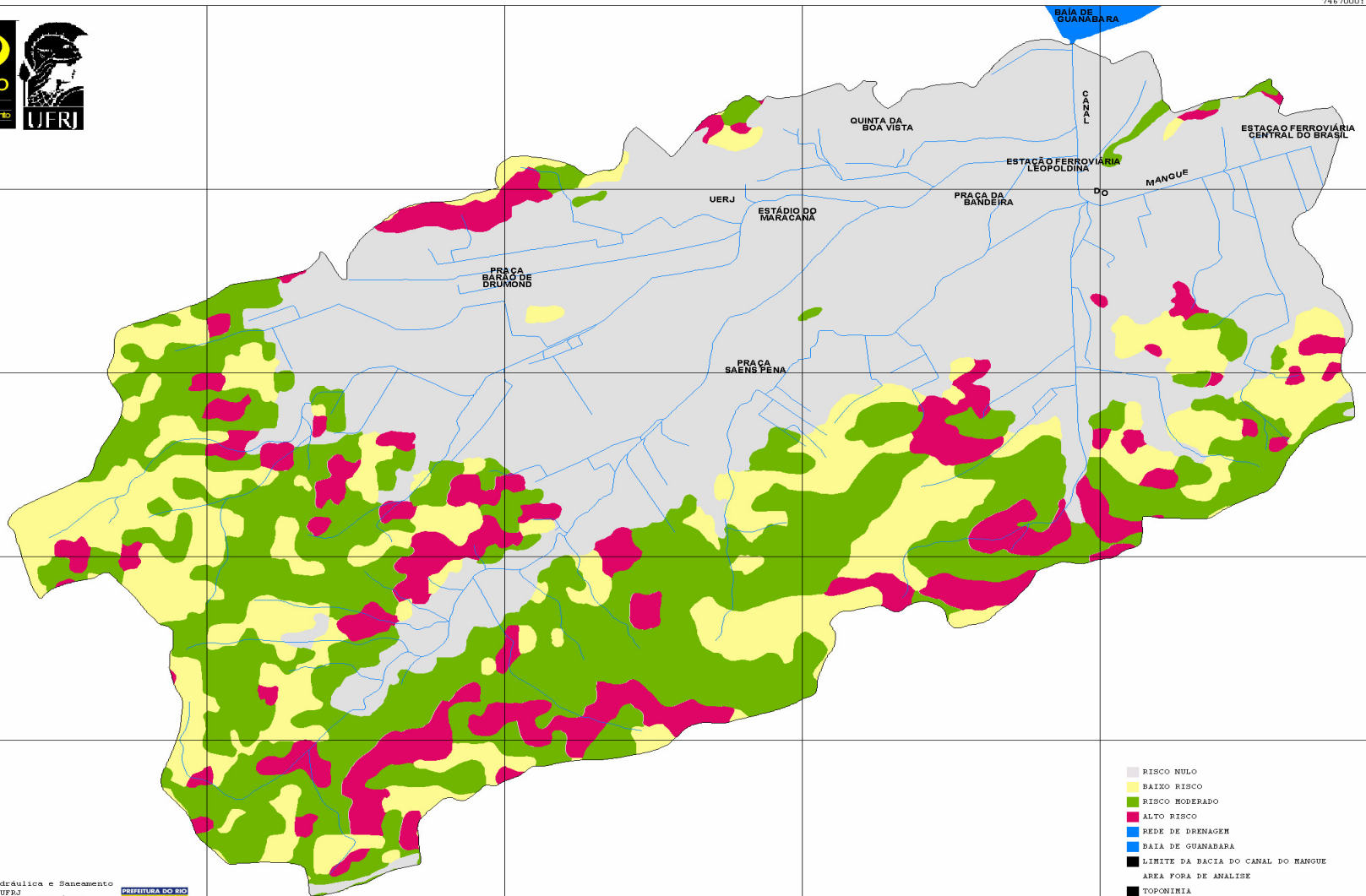
Fonte: UFRJ (2002)

ANEXO 11 - RISCOS DE DESLIZAMENTOS / DESMORONAMENTOS (base Geo-Rio)

Sistema de Apoio à Decisão
Laboratório de Geoprocessamento
DG - IGEO - CCMN - UFRJ
RISCOS DE DESLIZAMENTOS/DESMORONAMENTOS

7467000:675000

7467000:686000



- RISCO NULO
- BAIXO RISCO
- RISCO MODERADO
- ALTO RISCO
- REDE DE DRENAGEM
- BAIJA DE GUANABARA
- LIMITE DA BACIA DO CANAL DO MANGUE
- AREA FORA DE ANALISE
- TOPONIMIA

Resolução: 5m
 Fonte: Dep. de Hidráulica e Saneamento
 COPPEAD - UFRJ
 Financiamento: Fundação RIO-ÁGUAS
 Sec. Municipal de Obras e Serviços Públicos
 PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO

7459000:675000

7459000:686000

1000m

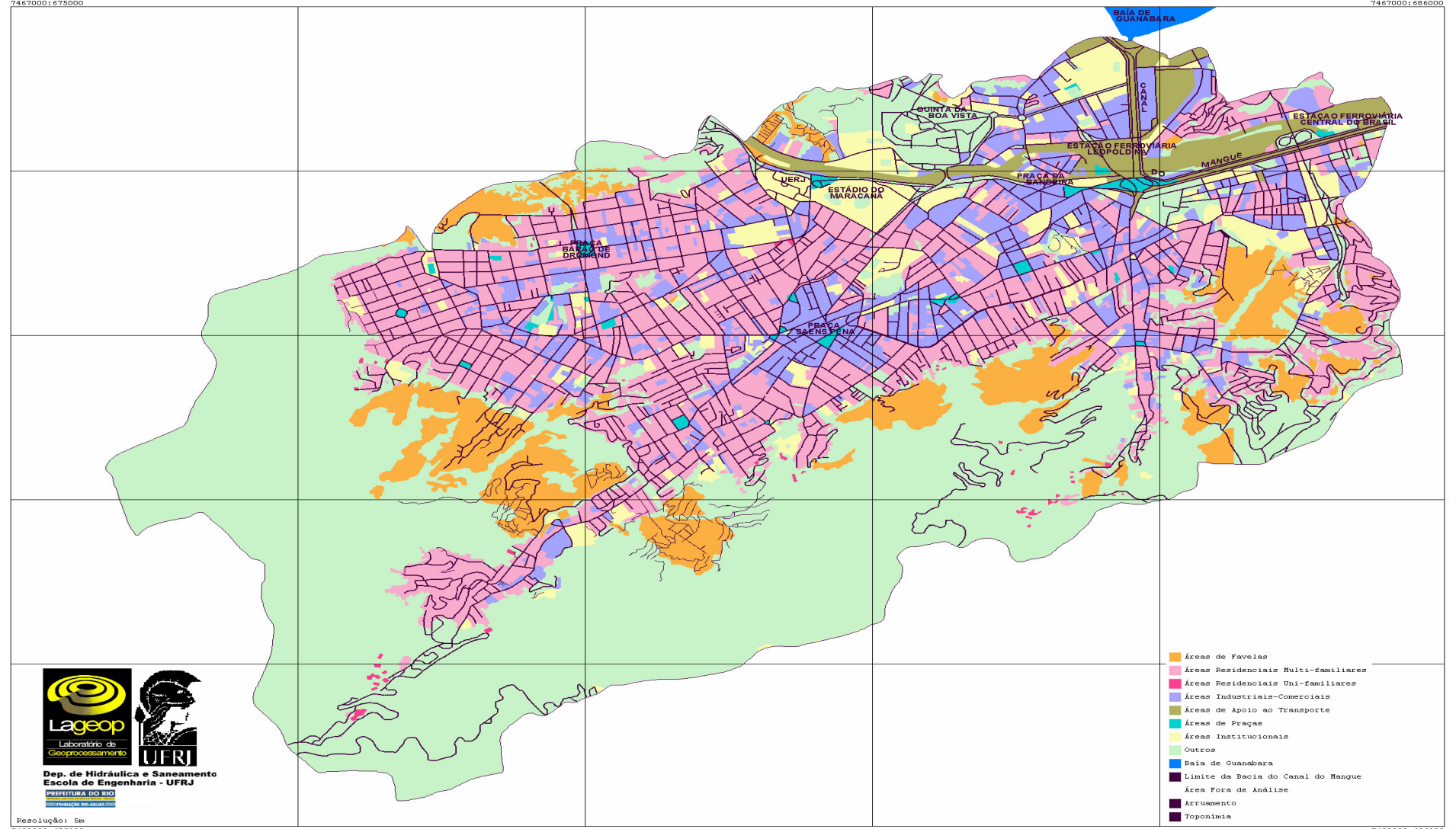
Fonte: UFRJ (2002)

ANEXO 12 - CARTA DE USO DA TERRA QUANTO ÁREAS CRÍTICAS

Sistema de Apoio à Decisão
Laboratório de Geoprocessamento
DG - IGEO - CCMN - UFRJ
Carta de Uso da Terra Quanto Áreas Críticas

7467000:675000

7467000:686000



Lageop
Laboratório de Geoprocessamento

UFRJ
Dep. de Hidráulica e Saneamento
Escola de Engenharia - UFRJ

PREFÉCURIA DO RIO
SECRETARIA DE URBANISMO

Resolução: 5m
7459000:675000

- Áreas de Favelas
- Áreas Residenciais Multi-familiares
- Áreas Residenciais Uni-familiares
- Áreas Industriais-Comerciais
- Áreas de Apoio ao Transporte
- Áreas de Praças
- Áreas Institucionais
- Outros
- Baía de Guanabara
- Límite da Bacia do Canal do Mangue
- Área Fora de Análise
- Arreamento
- Toponímia

7459000:686000
1000m

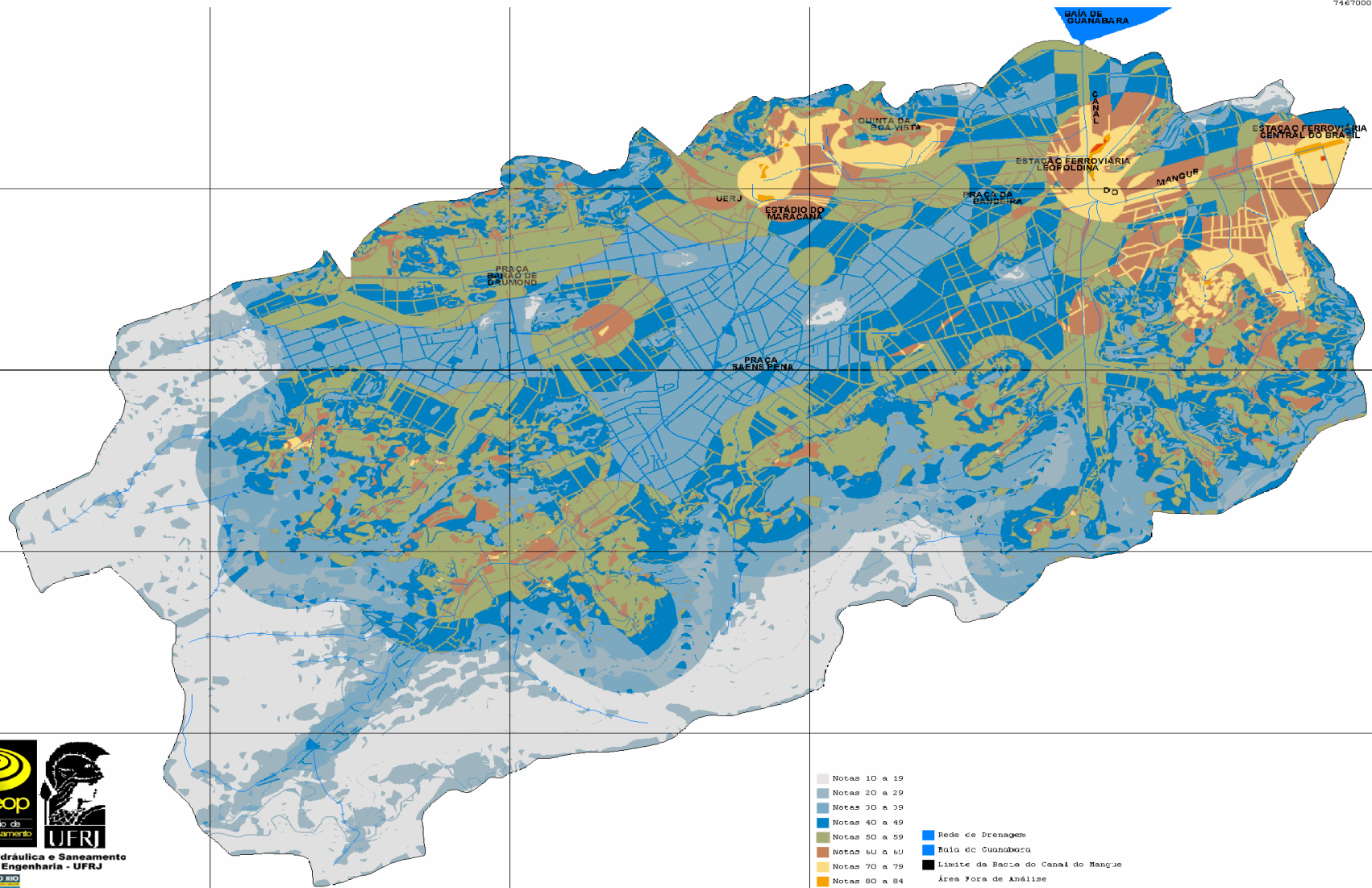
Fonte: UFRJ (2002)

ANEXO 13 – CARTA DE RISCOS DE OBSTRUÇÃO

Laboratório de Geoprocessamento
DG 1620 CCMS UFRJ
Carta de Riscos de Obstrução

7467000:675030

7467000:686000



- Notas 10 a 19
- Notas 20 a 29
- Notas 30 a 39
- Notas 40 a 49
- Notas 50 a 59
- Notas 60 a 69
- Notas 70 a 79
- Notas 80 a 84
- Notas 85 e 86
- Rede de Drenagem
- Baía de Guanabara
- Limite da Bacia do Canal do Mangue
- Área Fora de Análise
- Toponímia



Dep. de Hidráulica e Saneamento
Escola de Engenharia - UFRJ

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO

Escala: 1:50000
7459000:675300

7467000:686000

1:100.000

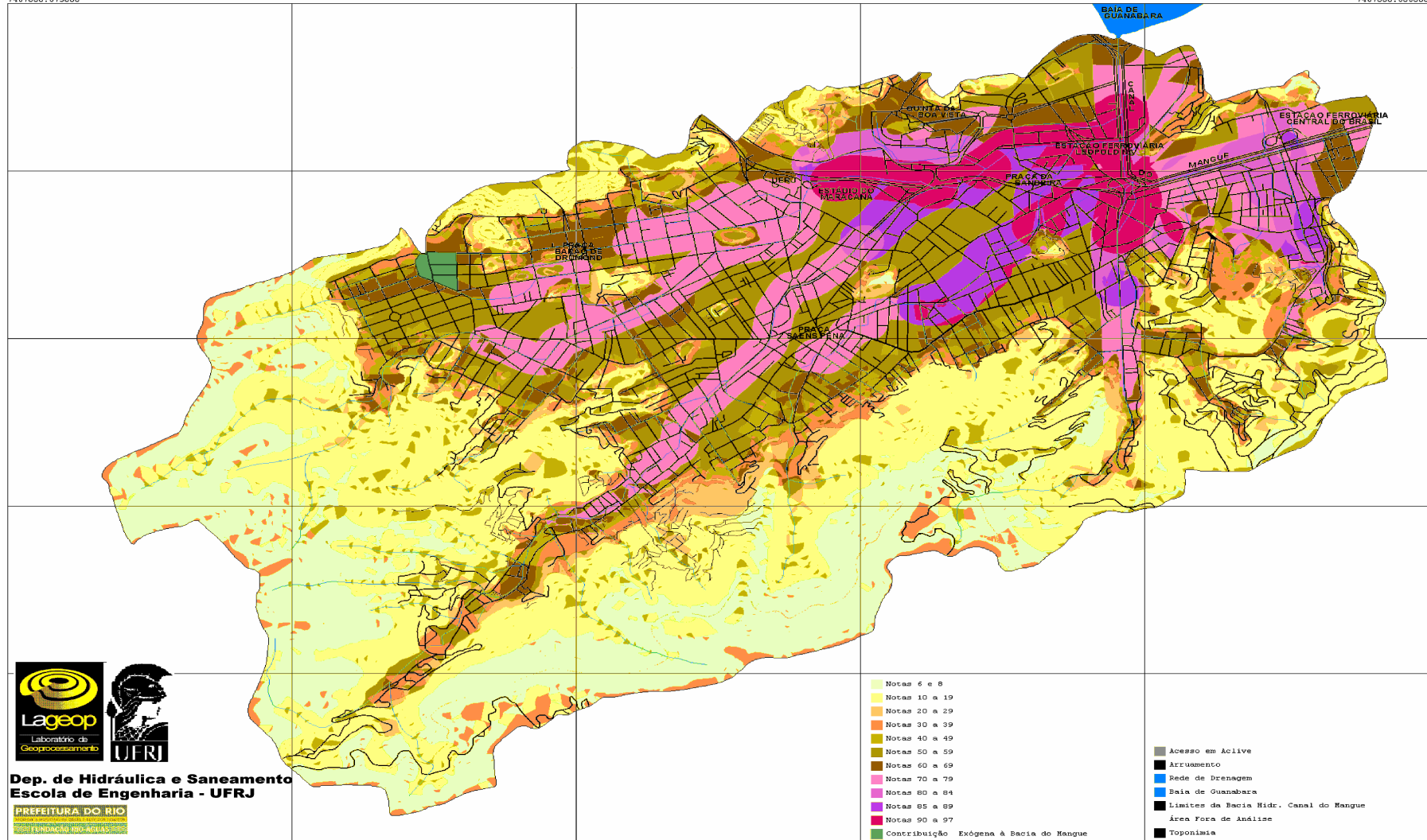
Fonte: UFRJ (2002)

ANEXO 14 – CARTA DE RISCOS DE ENCHENTES

Sistema de Apoio à Decisão
Laboratório de Geoprocessamento
DG - IGEO - CCHN - UFRJ
Carta de Riscos de Enchentes

7467000:675000

7467000:686000



Dep. de Hidráulica e Saneamento
Escola de Engenharia - UFRJ

PREFEITURA DO RIO
FUNDAÇÃO DE APOIO À PESQUISA

7459000:675000

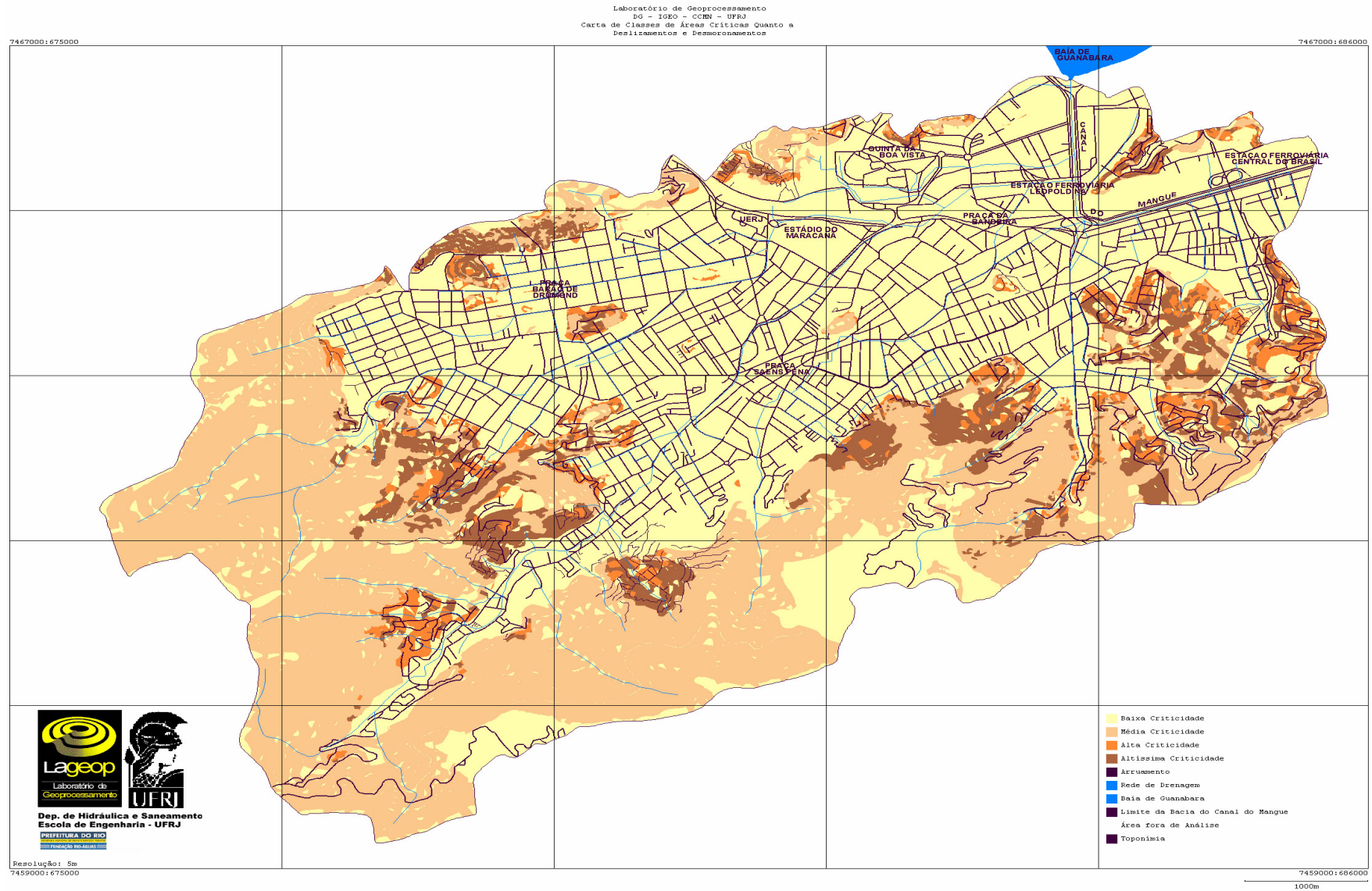
Resolução: 5m

7459000:686000

1000m

Fonte: UFRJ (2002)

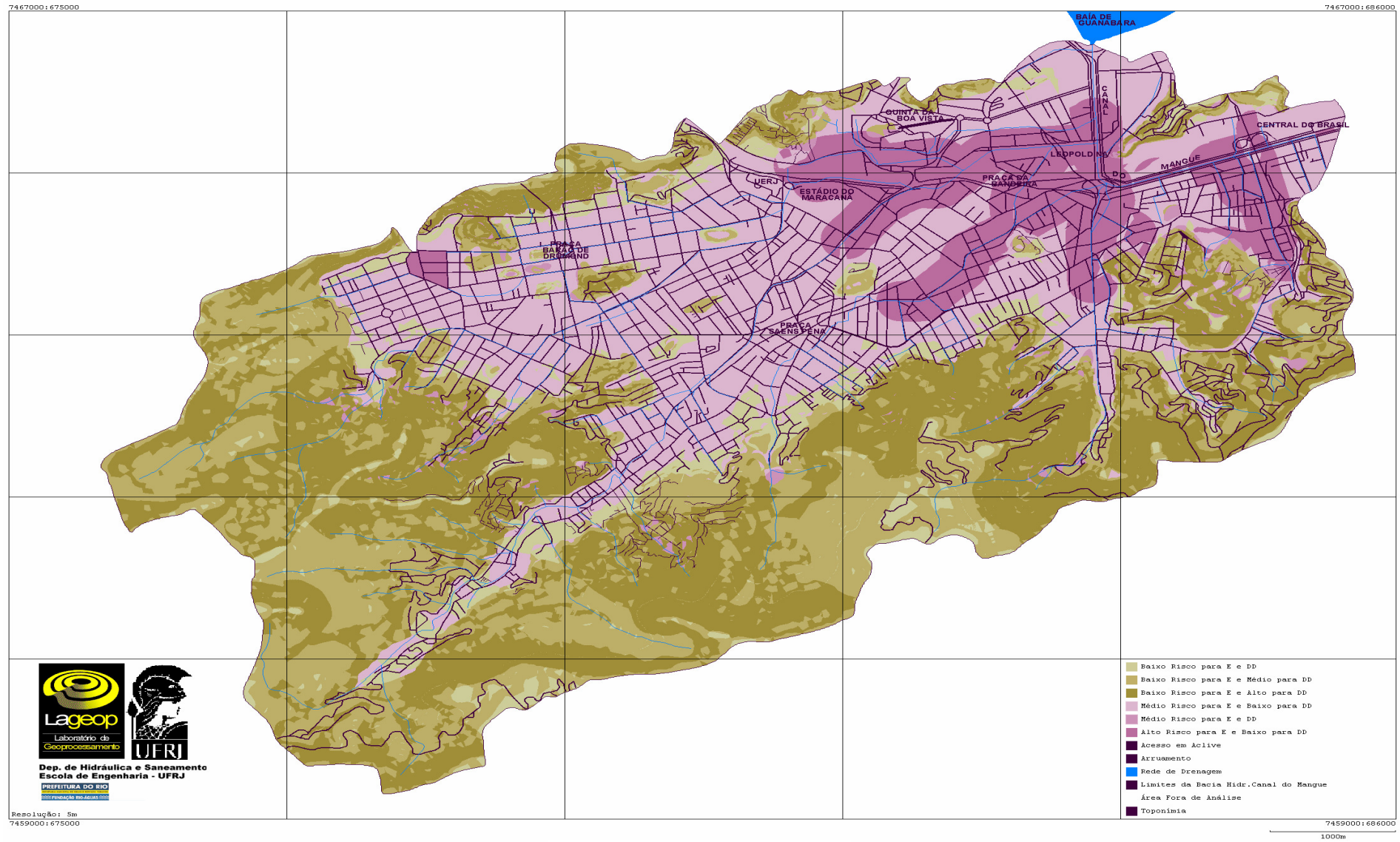
ANEXO 15 – CARTA DE CLASSES DE ÁREAS CRÍTICAS QUANTO A RISCOS DE DESLIZAMENTOS E DESMORONAMENTOS



Fonte: UFRJ (2002)

ANEXO 16 – CARTA DE CLASSES DE RISCOS AMBIENTAIS QUANTO A ENCHENTES E DESLIZAMENTOS/DESMORONAMENTOS

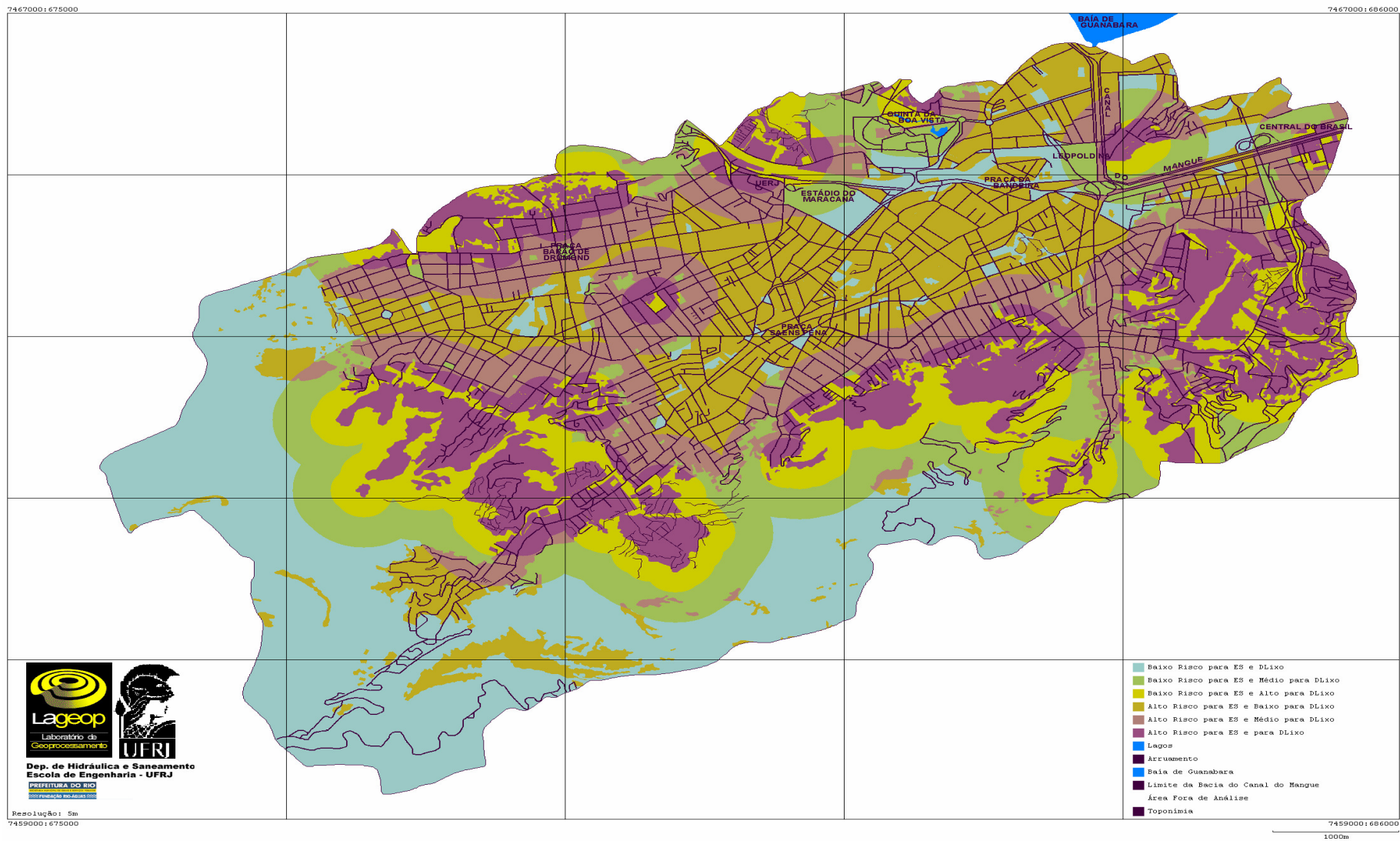
LABORATÓRIO DE AGUAS E DESEJO
Laboratório de Geoprocessamento
DG - IGEQ - CCMN - UFRJ
Carta de Classes de Riscos Ambientais Quanto a
Enchentes e Desliz. / Desmoronamentos



Fonte: UFRJ (2002)

ANEXO 17 – CARTA DE CLASSES DE RISCOS AMBIENTAIS QUANTO A ESCOAMENTO SUPERFICIAL E LIXO

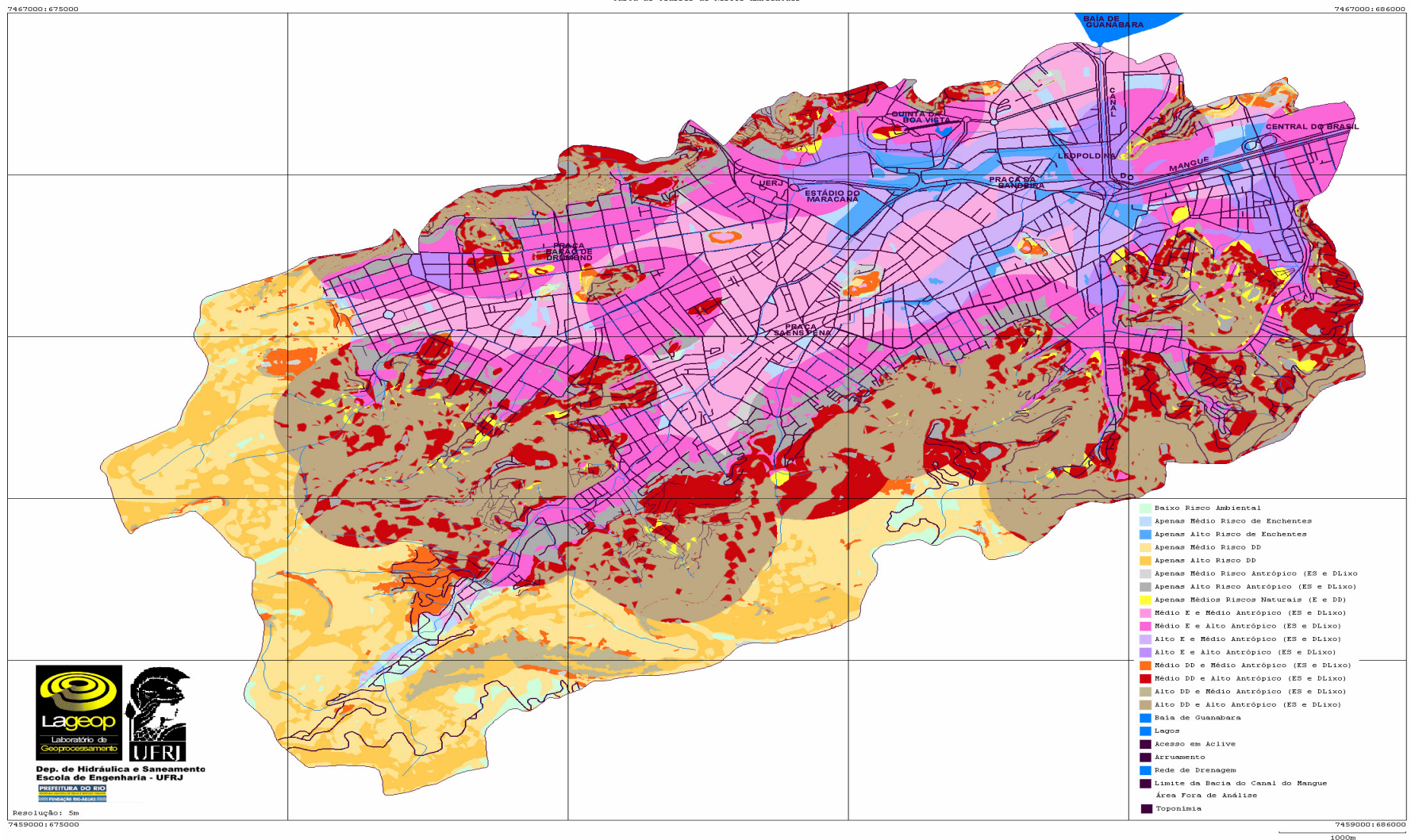
DEPARTAMENTO DE AGUAS E SANEAMENTO
 Laboratório de Geoprocessamento
 DP - IGEO - CCM - UFRJ
 Carta de Classes de Riscos Ambientais Quanto a
 Escorrimento Sup. e Dlixo



Fonte: UFRJ (2002)

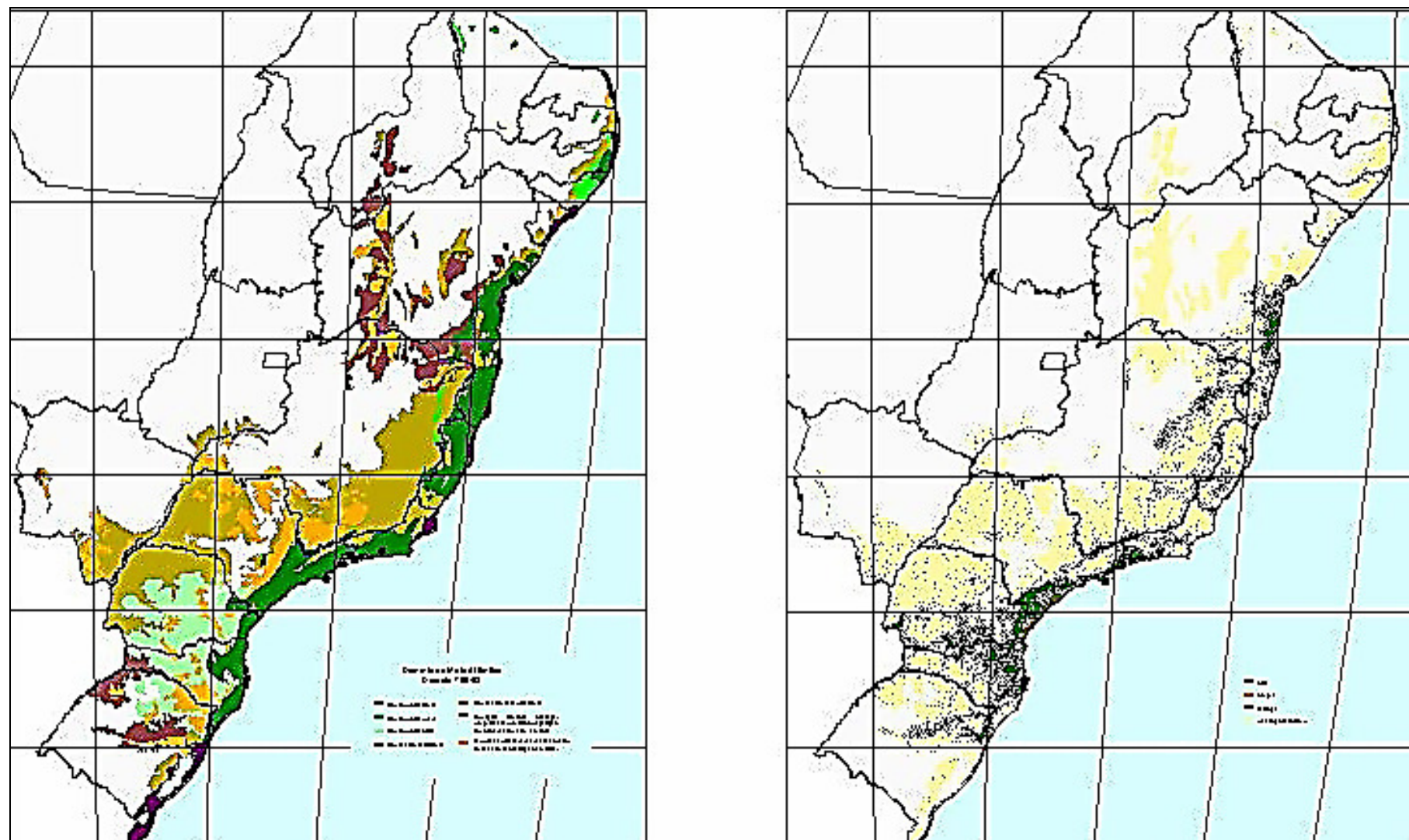
ANEXO 18 – CARTA DE CLASSES DE RISCOS DE AMBIENTAIS

Sistema de Apoio à Decisão
Laboratório de Geoprocessamento
IG - IGeo - OCIN - UFRJ
Carta de Classes de Riscos Ambientais



Fonte: UFRJ (2002)

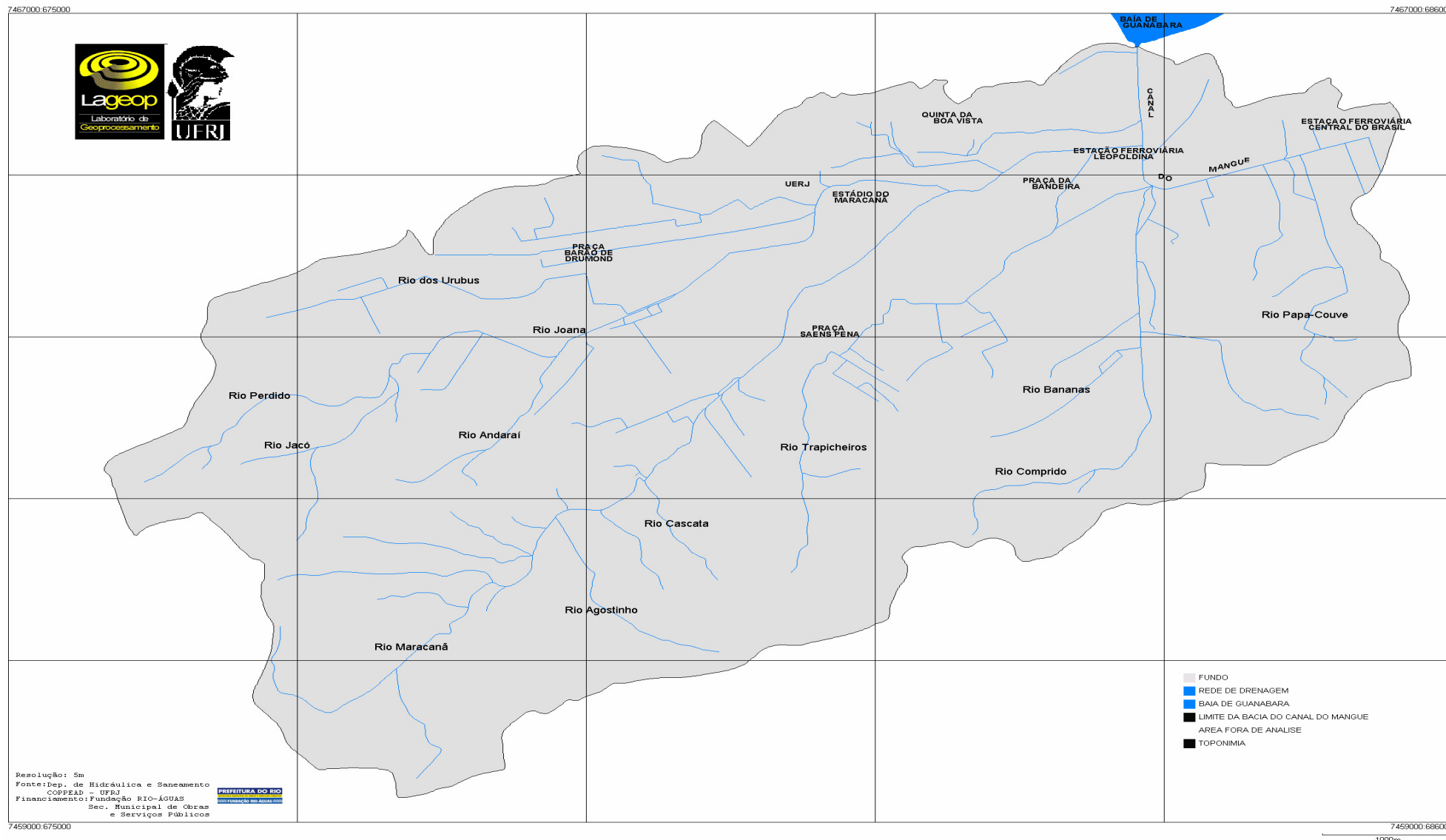
ANEXO 19 - ATLAS DOS REMANESCENTES FLORESTAIS DA MATA ATLÂNTICA
 Situação Original Situação Atual



Fonte: Fundação SOS Mata Atlântica (2003)

ANEXO 20 – SISTEMA DE APOIO À DECISÃO – DADOS BÁSICOS – REDE DE DRENAGEM

Sistema de Apoio à Decisão
Laboratório de Geoprocessamento
DS - IGEO - CCMN - UFRJ
DADOS BÁSICOS - REDE DE DRENAGEM



Fonte: UFRJ (2002)

ANEXO 21 – PLANTA DE SITUAÇÃO DA BACIA DO RIO JOANA



Fonte:UERJ (2002)

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)