



Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Escola Politécnica  
Programa de Engenharia Urbana

**LICIA DOMENECK SALGADO**

**RIOS URBANOS:**  
uma abordagem sistêmica considerando saneamento e revitalização

Rio de Janeiro  
2014



UFRJ

LICIA DOMENECK SALGADO

## RIOS URBANOS:

uma abordagem sistêmica considerando saneamento e revitalização

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientadora: Rosane Martins Alves

Rio de Janeiro

2014

Salgado, Licia Domeneck.

Rios urbanos: uma abordagem sistêmica considerando saneamento e revitalização / Licia Domeneck Salgado. – 2014.  
96 f. : 42 il. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Programa de Engenharia Urbana, Rio de Janeiro, 2014.

Orientador: Rosane Martins Alves

1. Rios urbanos. 2. Meio Ambiente. 3. Saneamento. 4. Revitalização de rios. I. Rosane. II Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica. III. Título.



UFRJ

## RIOS URBANOS:

uma abordagem sistêmica considerando saneamento e revitalização

Licia Domeneck Salgado

Orientadora: Rosane Martins Alves

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Aprovada pela Banca:

---

Presidente, Prof<sup>ª</sup>. Rosane Martins Alves, D.Sc., PEU/UFRJ

---

Prof<sup>ª</sup>. Angela Maria Gabriella Rossi, D.Sc., PEU/UFRJ

---

Prof. Camilo Michalka Jr., Dr. Ing., PEU/UFRJ

---

Pesq. Paulo Roberto Ferreira Carneiro, D.Sc., COPPE / UFRJ

RIO DE JANEIRO

2014

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, nosso Pai Universal, pela oportunidade da vida. Espero humildemente estar contribuindo para um mundo melhor, se não para esta, para as futuras gerações.

Agradeço aos meus pais terrenos por terem sido o veículo para eu estar nesse mundo e por todo o apoio que sempre me deram para que eu pudesse estudar e viver de forma plena.

Agradeço ao Marcos que me ajuda a amadurecer a cada dia.

Agradeço à minha família: avó, irmã, tios e primas pelo carinho.

Agradeço à Adélia e à Lucília por toda ajuda.

Agradeço à Thaís, que é minha irmã de coração, que vibra junto comigo nas vitórias e por me compreender nas dificuldades, sempre me apoiando e incentivando, mas nunca me cobrando. Obrigada Thaís pelas dicas e risadas que me proporciona!

Agradeço à Ana Beatriz, querida amiga, pela dica para eu usar o Dropbox e pelos almoços agradáveis nos últimos meses do mestrado.

À Andrea, obrigada por me ajudar a voltar a acreditar no meu potencial. Talvez sem o seu apoio essa dissertação não teria acontecido.

Agradeço também à Patrícia pelas dicas no ArcGis.

Obrigada à Professora Marina pela revisão do *abstract*.

Agradeço ao Prof<sup>o</sup> Camilo por sua orientação inicial e à Prof<sup>a</sup> Rosane pela orientação e pelo apoio nos momentos difíceis que atravessei durante o mestrado. E a toda equipe do Programa de Engenharia Urbana da Poli por nos concederem a oportunidade de desenvolver pesquisas em Engenharia Urbana, em especial ao Prof<sup>o</sup> Fernando e à Ângela, pelo apoio acadêmico. Agradeço também à professora Gabriella, a quem muito admiro, e ao professor Paulo Carneiro por aceitarem a compor minha banca examinadora e pelas contribuições que somaram para tornar mais completa essa dissertação.

Agradeço à equipe do Serviço de Outorga de Recursos Hídricos e à Gerência de Licenciamento de Recursos Hídricos do Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro onde trabalhei durante parte do Mestrado, pelo carinho e por flexibilizarem meus horários por conta dos estudos.

Obrigada a todos.

## RESUMO

SALGADO, Licia Domeneck. **Rios urbanos: uma abordagem sistêmica considerando saneamento e revitalização.** Rio de Janeiro, 2014. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

A revitalização de rios urbanos é um desafio importante que deve ser enfrentado focando-se na bacia hidrográfica propriamente dita, equilibrando o ambiente natural e construído, de forma a minimizar o problema das cheias urbanas. As faixas marginais de proteção são ocupadas, os rios são canalizados e muitas vezes escondidos sob as vias públicas até que precipitações, com índices pluviométricos mais elevados, incidem sobre a superfície urbana impermeabilizada, causando o seu transbordamento e consequentes prejuízos para a dinâmica da cidade. Ainda, a insuficiência dos serviços de saneamento causam sérios problemas para a qualidade das águas desses corpos hídricos. Essa realidade pode ser modificada se, além da universalização do saneamento básico, investir-se também em projetos de revitalização. O presente trabalho tem como objetivo apresentar as atuais condições dos rios urbanos no Brasil, com foco principal nas maiores cidades do país, sendo escolhidos para apresentação, em maiores detalhes, dois rios urbanos brasileiros. Serão também verificados, como exemplos internacionais, casos em que rios urbanos foram revitalizados mostrando que é possível transformar a atual realidade de rios urbanos degradados. Como principais conclusões sugere-se que o saneamento faça parte da agenda política das três esferas de governo e, ainda, que em novas áreas de urbanização construam-se Parques Fluviais como soluções que permitam que a população usufrua dessas áreas através do lazer e esportes, além de contribuírem para a preservação das faixas marginais de proteção.

Palavras-chave: Rios urbanos, Meio Ambiente, Saneamento, Revitalização de rios.

## ABSTRACT

SALGADO, Licia Domeneck. **Urban rivers: a systemic approach considering sanitation and revitalization**. Rio de Janeiro, 2014. Dissertation (Master) – Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

Urban rivers' revitalization is an important challenge that should be faced through an approach that focuses on the watershed itself, for balancing the natural and the constructed environment could be a way to minimize the problem of urban flood. Riparian protection strips are usually occupied, rivers are channeled and often hidden underneath the streets, where they remain forgotten until heavy precipitation falls on the impermeable urban surface. Consequently, water overflow harms the cities' dynamics. Furthermore, failure at sanitation services poses disastrous problems for the quality of urban rivers' water. This reality can be changed if, in addition to the process of universalizing basic sanitation, investments are made in revitalization projects. This work aims at portraying the current situation of urban rivers in Brazil, as well as thoroughly reporting the status of two Brazilian urban rivers. Additionally, as examples from abroad, case studies in which urban rivers were revitalized will also be analyzed, in order to clarify the possibility of transforming degraded urban rivers' reality. The main suggested conclusions place sanitation as a priority for all government sections. Moreover, new urbanized areas should be complemented by Fluvial Parks as a way to enable and motive the population to enjoy these areas through recreation and sports, not to mention the consequent contribution to the preservation of riparian protection strips.

Keywords: Urban Rivers, Environment, Sanitation, River's revitalization.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
1.1. Apresentação.....	12
1.2. Considerações Iniciais.....	12
1.3. Objetivo do trabalho.....	16
1.4. Metodologia .....	16
1.5. Estrutura da dissertação.....	17
<b>2. RIOS URBANOS NO CONTEXTO BRASILEIRO</b> .....	<b>18</b>
2.1. Arcabouço Legal.....	18
2.2. Urbanização e Recursos Hídricos.....	24
2.3. Conjuntura dos recursos hídricos em áreas urbanas no Brasil.....	27
2.4. O Saneamento no Brasil: sistemas de esgotamento sanitário.....	31
2.5. A Gestão do Saneamento no Estado do Rio de Janeiro.....	34
2.6. Região Metropolitana do Rio de Janeiro: o caso da Baixada Fluminense .....	41
2.7. Município do Rio de Janeiro: a bacia do Rio Acari.....	43
<b>3. OS CASOS DOS RIOS CARIOCA (RJ) E TIETÊ (SP)</b> .....	<b>47</b>
3.1. Rio Carioca.....	47
3.1.1. Unidades de tratamento de Rios – UTRs .....	54
3.2. Rio Tietê .....	56
3.3. Considerações sobre o Rio Carioca e o Rio Tietê .....	62
<b>4. REVITALIZAÇÃO DE RIOS URBANOS: EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS</b> .....	<b>63</b>
4.1. O caso do Rio Manzanares - Madri / Espanha .....	63
4.2. O caso do Rio Cheonggyecheon - Seul / Coréia do Sul.....	65
4.3. Rios urbanos como promotores de melhoria da qualidade de vida – medidas mitigadoras.....	70
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	<b>76</b>
5.1. Considerações finais.....	76
5.2. Sugestões para trabalhos futuros .....	79
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>80</b>
<b>ANEXO A</b> .....	<b>86</b>
<b>ANEXO B</b> .....	<b>90</b>
<b>ANEXO C</b> .....	<b>92</b>
<b>ANEXO D</b> .....	<b>94</b>



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Ciclo de contaminação da água em áreas urbanas em países em desenvolvimento .	26
Figura 2: Ciclo de impactos negativos da cidade sobre os rios e dos rios sobre a cidade. ....	26
Figura 3: Índice de Qualidade de Água (IQA) em 2010. ....	29
Figura 4: Bacias críticas brasileiras segundo os aspectos de quantidade e qualidade. ....	30
Figura 5: Sistema Unitário.....	32
Figura 6: Sistema separador absoluto. ....	32
Figura 7: Mapa com os municípios atendidos pela CEDAE no ERJ. ....	35
Figura 8: Mapa com destaque para os municípios atendidos pela Prolagos e Águas do Brasil. .....	37
Figura 9: Mapa do município do Rio de Janeiro com destaque para os bairros da AP5. ....	38
Figura 10: Estrutura dos componentes da gestão integrada do saneamento ambiental. ....	39
Figura 11: Mapa da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.....	41
Figura 12: Imagens das intervenções do Projeto Iguaçu. ....	42
Figura 13: Alguns rios urbanos do Rio de Janeiro. ....	44
Figura 14: Rio Acari.....	44
Figura 15: Vista em planta da bacia do rio Acari, com destaque para a rede principal de drenagem. ....	45
Figura 16: Lagoa do Boqueirão e Aqueduto da Carioca (hoje Arcos da Lapa). ....	48
Figura 17: Chafariz da Carioca desativado.....	48
Figura 18: Bacia Hidrográfica do Rio Carioca. ....	49
Figura 19: Bacia Hidrográfica do Carioca com Logradouros. ....	50
Figura 20: Largo do Boticário e o Rio Carioca em suas proximidades.....	51
Figura 21: Rio Carioca na altura da Praça no Cosme Velho. ....	51
Figura 22: Trajeto final do Rio Carioca.....	52
Figura 23: Vista de satélite de uma porção do Rio Carioca com sua UTR. ....	52
Figura 24: Unidade de Tratamento do Rio – UTR Rio Carioca. ....	53
Figura 25: Deságue do rio carioca na Baía de Guanabara. ....	53
Figura 26: Unidade de Tratamento de Rio U.T.R. Arroio Fundo .....	55
Figura 27: Mapa com percurso do Rio Tietê e suas sub-bacias. ....	56
Figura 28: Nascente do Rio Tietê. ....	57
Figura 29: Parque Ecológico do Tietê (PET). ....	58
Figura 30: Interior do Parque Ecológico do Tietê – Núcleo Engenheiro Gulart. ....	59

Figura 31: Rio Tietê em São Paulo em 2012.....	60
Figura 32: Ria Tamanduateí – afluente do Tietê. ....	61
Figura 33: Rio Pinheiros – afluente do Tietê.....	61
Figura 34: Esquema do soterramento da rodovia M-30 e o parque na superfície. ....	63
Figura 35: Ponte Oblicuo antes e depois da remodelação. ....	64
Figura 36: Trecho do Rio Manzanares depois das intervenções. ....	65
Figura 37: Imagem do Cheonggyecheon em período de degradação ambiental e social.....	66
Figura 38: Avenidas sobre o rio Cheong Gye Cheon.....	67
Figura 39: Imagem transversal ilustrativa das construções sobre o rio. ....	68
Figura 40: Imagem do leito do rio Cheonggyecheon com três pilares do antigo viaduto.....	69
Figura 41: Canal típico retangular e alternativa de modificação paisagística em função da área disponível e características hidrológicas. ....	71
Figura 42: Tipologia de parques urbanos. ....	73

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Extensão da faixa marginal de proteção dos rios. ....	20
Tabela 2: Porcentagem da população urbana mundial. ....	24
Tabela 3: População urbana no Brasil. ....	25
Tabela 4: Condição do IQA em corpos hídricos no Brasil. ....	28
Tabela 5: Resumo da análise de criticidade dos trechos de rio. ....	30
Tabela 6: Saneamento e seu conjunto de atividades. ....	34
Tabela 7: Características dos planos de saneamento ambiental ....	40
Tabela 8: Diferentes parques urbanos e suas funções. ....	72
Tabela 9: Recomendações para projetos de revitalização de rios urbanos. ....	75

## LISTA DE SIGLAS

AGENERSA – Agência Reguladora de Energia e Saneamento Básico do Estado do Rio de Janeiro

APP – Área de Preservação Permanente

BMP - *International Stormwater Best Management Practices*

CEDAE – Companhia Estadual de Águas e Esgotos

CEDAG – Empresa de Águas do Estado da Guanabara

DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica

ESAG – Empresa de Saneamento da Guanabara

EUA – Estados Unidos da América

FMP – Faixa Marginal de Proteção

FEEMA – Fundação Estadual de Engenharia de Meio Ambiente

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IEF - Instituto Estadual de Florestas

IQA – Índice de Qualidade de Água

Inea – Instituto Estadual do Ambiente

LID – *Low Impact Development*

MPET – Ministério Público do Estado de Tocantins

PEU – Programa de Engenharia Urbana da Escola Politécnica da UFRJ

PET – Parque Ecológico do Tietê

PMCMV – Programa Minha Casa, Minha Vida

PNSA – Política Nacional de Saneamento Ambiental

Poli – Escola Politécnica da UFRJ

PSA - Plano de Saneamento Ambiental

RJ – Estado do Rio de Janeiro

RMRJ – Região Metropolitana do Rio de Janeiro

RMSP – Região Metropolitana de São Paulo

SERLA – Superintendência Estadual de Rios e Lagoas

SANERJ – Companhia de Saneamento do Estado do Rio de Janeiro

SP – São Paulo

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

UTR – Unidade de Tratamento de Rio

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1. Apresentação**

Essa dissertação de mestrado profissional, no âmbito do Programa de Engenharia Urbana – PEU/Poli/ UFRJ, se insere dentro da Linha de Pesquisa relativa ao Planejamento e Gestão Territorial que é responsável pelos conceitos e fundamentos que auxiliam na formulação, implementação e gerenciamento das políticas urbanas, e na sustentabilidade das ações e intervenções propostas.

Nesse contexto será apresentado o estado em que se encontram os cursos d'água em áreas urbanas brasileiras e uma reflexão será feita sobre como incluir os rios urbanos no planejamento e na gestão territorial dos municípios.

Observa-se que não é dada a devida importância aos rios e sua vegetação ciliar para a construção do ambiente urbano de maneira que venha a contribuir para a qualidade de vida dos habitantes da cidade. Dependendo do estado dos cursos d'água, eles contribuem para a melhora ou piora do bem estar social, assim como da saúde pública, pois podem ser fontes de contemplação e lazer, bem como de mal cheiro, enchentes e doenças.

### **1.2. Considerações Iniciais**

Os corpos hídricos que percorrem as cidades brasileiras sofreram grandes transformações nas últimas décadas devido à urbanização desses espaços sem que os rios ou lagoas fossem considerados como elementos fundamentais para a qualidade de vida da população. Essas transformações tiveram um viés de degradação ambiental acentuado. Com facilidade pode-se percorrer metrópoles brasileiras como São Paulo ou Rio de Janeiro e perceber o estado dos rios que ali se encontram, com grande presença de lixo e esgoto sanitário. Muitos trechos não são sequer vistos, pois estão sob as vias públicas.

Segundo Rossi *et al* (2012), a expansão urbana desordenada ou mal planejada, aliada ao conhecimento unilateral dos planejadores e gestores municipais sobre o papel dos rios urbanos para as cidades, acaba por conferir a esses corpos hídricos condições de natureza oposta às suas funções ecológicas, ou seja, passam a não ser mais um ambiente propício para a vida fluvial. E o comprometimento tanto da qualidade quanto da disponibilidade hídrica dos

rios urbanos impede também que os mesmos desempenhem sua função social, ou seja, de pesca, contemplação, recreação e até mesmo navegação.

Desta forma, as cidades brasileiras vêm usando suas bacias hidrográficas urbanas de forma indevida. E assim, cada vez aumenta mais a área das bacias contaminadas não só pelo lançamento dos esgotos como também pelo escoamento superficial de água da chuva no meio urbano, carreando lixo e outros detritos para os rios.

Ao desconsiderar os cursos d'água como fator importante da cidade ocorre agressão ao meio ambiente e degradação da qualidade de vida da população. Pode-se perceber que os rios urbanos são locais frequentemente poluídos, seja pelos esgotos, pelos resíduos sólidos urbanos ou até mesmo pelas águas pluviais que escoam pela superfície urbana. Desta maneira, a qualidade de vida dos cidadãos é diretamente afetada de forma negativa por esses rios poluídos que são fontes de doenças e enchentes.

Um conceito que deve nortear a urbanização de bacias hidrográficas no sentido de preservar os rios que cada vez mais fazem parte do meio urbano, é o de desenvolvimento sustentável. Segundo o relatório *Nosso Futuro Comum*, da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU (1988), desenvolvimento sustentável é aquele capaz de atender a necessidade do presente sem comprometer as necessidades das futuras gerações. Para isso, é necessário que ao mesmo tempo em que os recursos são demandados pelo homem eles possam se regenerar para que estejam sempre disponíveis podendo ser transformados pelas gerações posteriores em bens de consumo.

O desenvolvimento não é sustentável quando os recursos naturais são usados em uma velocidade superior a que a natureza leva para os recompor, sendo chamados de recursos não renováveis. Na medida em que essa demanda por recursos naturais aumenta, seja pelo consumo individual cada vez maior de bens materiais, seja pelo crescimento populacional que acontece em conjunto com a urbanização, compromete-se a sustentabilidade do atual modo de vida humano.

No âmbito do desenvolvimento sustentável, outro conceito que pode nortear a ocupação de bacias é o de cidade sustentável (ALVA, 1997). Para a construção de uma cidade sustentável, pressupõe-se de um conjunto de mudanças e depende da capacidade de reorganizar os espaços, gerir novas economias externas, eliminar as deseconomias de aglomeração, melhorar a qualidade de vida das populações e superar as desigualdades sócio-econômicas como condição para o crescimento econômico e não como sua consequência.

Nesse contexto se insere a urbanização das bacias hidrográficas, que se não for devidamente realizado, irá comprometer cada vez mais a qualidade e a quantidade da água

disponível para o consumo humano. Os recursos hídricos devem ser usados de maneira racional seja no ambiente rural ou urbano e não podem ser desprezados servindo como meros receptores de resíduos, de esgotos sem tratamento e até mesmo das águas pluviais que lavam a cidade e carregam diversos poluentes para os corpos hídricos (PRODANOFF, 2005).

Para que haja o desenvolvimento sustentável da bacia hidrográfica, no sentido de preservação dos recursos hídricos, é fundamental que haja uma significativa cobertura dos serviços de saneamento básico de gestão de resíduos, esgotamento sanitário e drenagem urbana. Pois enquanto não houver a universalização desses serviços, os rios continuaram sendo usados como corpos receptores de detritos.

Deve-se reconhecer que quando o mundo começou a se urbanizar juntamente com a Revolução Industrial, ainda no século XIX, não havia sistema de esgotamento sanitário e nem mesmo os rios eram usados como receptores diretos dos esgotos, os detritos eram jogados livremente nas ruas e somente quando chovia eram carregados aos condutos de drenagem para aí sim serem descartados no curso d'água mais próximo. Até que com o crescimento da urbanização isto se tornou impraticável e os primeiros sistemas de esgotamentos surgiram e os rios começaram a ser usados como receptores diretos dos esgotos.

Dessa maneira, a prática higienista da engenharia, surgiu como um avanço para aquela época sendo diretamente ligada às questões de saúde coletiva, pois a total falta de sistema de esgotamento sanitário acabava por disseminar epidemias. Em Londres, em 1847, tornou-se obrigatório o lançamento das águas residuais das habitações nas galerias de águas pluviais. Surgiu então o sistema unitário de esgotamento sanitário, uma rede única para águas servidas e pluviais. Desenvolvida essa técnica, os ingleses passaram a aplicá-la em cidades de outros países como no Rio de Janeiro e Nova Iorque, em 1857, em Recife, no ano de 1873, e na cidade de São Paulo, em 1883 (TSUTIYA e BUENO, 2005).

O sistema unitário teve bom desempenho em regiões frias e subtropicais, com baixo índice pluviométrico, em cidades com ruas pavimentadas e com bom nível econômico. Já em regiões tropicais, com elevados índices pluviométricos, baixa densidade demográfica, falta de pavimentação e limitação de recursos financeiros, encontrou-se dificuldades para a aplicação desse sistema. Uma solução intermediária foi aplicada no Rio de Janeiro, surgiu então o sistema separador parcial, que recebia os esgotos e mais a parcela de águas pluviais das áreas construídas das habitações (TSUTIYA e BUENO, 2005).

Os rios no Brasil então começam, oficialmente, a ser usados como corpos receptores no século XIX, mas naquela época isso era tido como um avanço. Em 1879, nos Estados Unidos, foi desenvolvido o sistema separador absoluto, no qual a rede de esgotos recebe

exclusivamente as águas residuárias e as águas pluviais são coletadas por uma rede independente. Em 1912, a cidade de São Paulo adotou esse sistema em substituição ao separador parcial. No Brasil, utiliza-se o sistema separador absoluto, por orientação de Saturnino de Brito, patrono da Engenharia Sanitária no Brasil.

O sistema separador absoluto funcionaria muito bem caso a sua cobertura fosse completa e não houvesse ligações clandestinas dos esgotos na rede de drenagem. Na prática, parte da urbanização acontece de forma desordenada sem que nenhum tipo de sistema de esgotamento seja implantado, além disso, quando existe o sistema, é muito comum haver contribuições clandestinas na rede de drenagem. A falta de cobertura do sistema e o seu mal uso, quando existe, levam ao estado de degradação em que os rios urbanos se encontram.

Além da questão do saneamento que deve ser perseguida no sentido de se preservar a qualidade dos rios nas cidades, deve-se preservar a sua vegetação ciliar tendo como apoio a legislação em vigor que determina essas faixas marginais de proteção de acordo com a largura dos rios, sendo eles em áreas urbanas ou não.

Uma ferramenta de inclusão dos rios como elementos importantes no tecido urbano é a sua revitalização e de seu entorno. Essa prática surge como uma necessidade ante a deterioração progressiva dos ecossistemas fluviais. Embora ainda esteja cercada de incertezas, há vários exemplos de rios europeus e norte americanos que foram submetidos a ações de revitalização. Alguns exemplos podem ser citados, como o Rio Tâmsa, na Inglaterra (HILL, 2010), o Rio Isar, na Alemanha (ARZET, 2010), o Rio Cheonggyecheon, na Coreia do Sul (NOH, 2010) e o Rio Manzanares, na Espanha (BARROS, 2011).

Os resultados alcançados por essas práticas de revitalização podem ser avaliados não só do ponto de vista estético e de melhora do entorno, como também do ponto de vista do funcionamento hidráulico e ecológico dos sistemas fluviais contemplados e na melhora da quantidade e qualidade dos recursos hídricos (TÁNAGO e JALÓN, 2007 *apud* AMARAL *et al*, 2011 ). Essa prática promove uma nova dinâmica social nas regiões em que são aplicadas. Os rios urbanos então passam a ser atrativos para a população, sendo transformados em áreas de lazer e convivência, se tornam locais propícios para a prática de esportes através de ciclovias, quadras e campos esportivos e promovem o turismo local. A revitalização desses espaços, aliada ao saneamento adequado, passa então a colaborar para a melhoria da qualidade de vida da população que reside ou circula pela região revitalizada.



### **1.3. Objetivo do trabalho**

Este trabalho tem por objetivo apresentar as atuais condições quali-quantitativas dos rios urbanos no Brasil considerando aspectos relacionados ao saneamento, com foco principal nas maiores cidades do país: Rio de Janeiro e São Paulo, sendo escolhido para apresentação em maiores detalhes um rio de cada cidade, cada um com sua importância no contexto do município. São eles o Rio Carioca no Rio de Janeiro e o Rio Tietê em São Paulo. Serão também analisados dois exemplos internacionais de revitalização de rios urbanos degradados: o Rio Manzanares em Madri/Espanha e o Rio Cheonggyecheon em Seul/Coréia do Sul. Os exemplos internacionais foram escolhidos no sentido de promover reflexões sobre possibilidades aplicáveis à realidade brasileira, contextualizando as duas escolhas nacionais.

E tem como objetivos específicos levantar a legislação de apoio para promover áreas verdes urbanas em faixa marginal de proteção de rios e trazer reflexões quanto sua aplicabilidade na prática da gestão das cidades, abordar a questão do saneamento e sua relação com a qualidade das águas dos rios urbanos, analisando os principais prejuízos causados à cidade pela agressão aos cursos d'água que fazem parte do meio urbano, trazendo consequências negativas à qualidade de vida da população.

### **1.4. Metodologia**

A metodologia utilizada neste trabalho consistiu-se de um levantamento do arcabouço legal que auxilie na proteção dos rios urbanos e que promova as áreas de preservação permanente em cidades. Além disso, foi feita uma revisão bibliográfica em meio científico sobre o tema rios urbanos, saneamento e revitalização, bem como consulta a sites institucionais e governamentais para coleta de dados para os levantamentos e estudos apresentados.

Como ferramenta de apoio na geração de alguns mapas (figuras: 8, 9, 11, 18 e 19) foi utilizado o programa computacional *ArcGis* 10.1. O *ArGis* é um conjunto integrado de softwares de Sistema de Informação Geográfica (SIG) produzido pela empresa americana ESRI (*Environmental Systems Research Institute*), que fornece ferramentas baseadas em padrões para realização de análise espacial, armazenamento, manipulação, processamento de dados geográficos e mapeamento (SILVA, 2010).

### **1.5. Estrutura da dissertação**

Esta dissertação é composta por cinco capítulos. O presente capítulo introduz o tema proposto. O segundo capítulo traz um levantamento do arcabouço legal relacionado ao tema e traz uma discussão sobre a questão dos recursos hídricos e a urbanização nos municípios brasileiros. Esse capítulo fala também sobre os serviços de saneamento e sua relação com a degradação dos rios urbanos, além de abordar os impactos negativos dos rios poluídos e assoreados em relação às cidades, influenciando na qualidade de vida de seus habitantes.

O terceiro capítulo trata especificamente de dois rios brasileiros, o Carioca no Rio de Janeiro e o Tietê em São Paulo, trazendo uma abordagem histórica, ambiental e cultural. O quarto capítulo versa sobre duas experiências internacionais sobre revitalização de rios urbanos, um em Madri – Espanha e outro em Seul – Coreia do Sul. Além disso, esse capítulo aborda possíveis ações mitigadoras para rios urbanos brasileiros e mostra o impacto das revitalizações sobre a qualidade de vida da população.

O quinto e último capítulo traz as conclusões apresentando uma reflexão sobre o que foi exposto na dissertação, analisando o impacto dos rios urbanos na cidade e recomendações para pesquisas posteriores.

## 2. RIOS URBANOS NO CONTEXTO BRASILEIRO

### 2.1. Arcabouço Legal

De acordo com a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, em seu capítulo VI que trata do meio ambiente o artigo 225 diz:

“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”

Portanto é dever constitucional a preservação do meio ambiente em todas as suas facetas, seja fora ou dentro da malha urbana. Como a densidade demográfica nas cidades é cada vez maior, torna-se indispensável um olhar cuidadoso no sentido de promover um ambiente sadio nesses espaços. Nesse contexto se insere a necessidade de proteção dos rios urbanos. Estes corpos hídricos comumente presentes no ambiente construído brasileiro, mas que não são devidamente considerados no processo de urbanização.

Para que eles passem a ser inseridos como elementos importantes na cidade, é fundamental que se busque a universalização do saneamento. Pois enquanto isto não for perseguido, os rios urbanos vão continuar degradados e, com a expansão da urbanização sem que seja feito devidamente o saneamento, cada vez mais rios que antes faziam parte de um ambiente natural tornar-se-ão “valões” onde são carreados diversos tipos de detritos.

Segundo a Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007, que estabelece as diretrizes nacionais e a política federal de saneamento básico, os serviços públicos de saneamento serão prestados com base em determinados princípios fundamentais, dentre eles são destacados, a seguir:

- abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente;
- disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e de manejo das águas pluviais adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado;
- articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde e outras de relevante interesse social voltadas para a melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante.

Essa legislação determina que o saneamento não englobe apenas abastecimento de água e esgotamento sanitário, mas também a gestão dos resíduos sólidos e a drenagem urbana. Além disso, ela traz como um dos princípios fundamentais a articulação do saneamento com as outras políticas de desenvolvimento urbano voltadas para a melhoria da qualidade de vida da população.

Outra legislação importante no que tange a melhoria da qualidade ambiental do meio urbano é a lei 12.651, de 25 de maio de 2012 que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Antes de comentar o conteúdo referente ao ambiente urbano dessa legislação, serão feitas algumas observações sobre as leis que a antecederam: lei nº 4.771 de 1965 e decreto nº 23.793 de 1934.

A lei nº 4.771, que instituiu o “novo” Código Florestal Brasileiro em 15 de setembro de 1965, substituiu o anterior criado através do decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934. Este primeiro código, de 1934, mencionava discretamente as zonas urbanas em apenas dois momentos. No primeiro dizia que não seria ele aplicado em pequenas propriedades isoladas que estejam próximas de florestas ou as situadas em áreas urbanas. Mas que a definição de quais seriam essas áreas estaria a juízo das autoridades florestais competentes. Ou seja, as pequenas propriedades situadas em zonas urbanas ficariam isentas da proibição a que se referia o artigo 23 de desmatar mais de três quartos da vegetação existente em sua propriedade.

No segundo momento essa lei dizia que o corte de árvores de considerável beleza, raridade ou antiguidade nas zonas urbanas dependia da autorização do órgão florestal competente, de acordo com a justificativa dos motivos para o corte. No caso do órgão não se manifestar no prazo de quinze dias da solicitação do interessado, o pedido poderia ser dado como deferido.

Já o então chamado de “novo” Código Florestal de 1965 mencionava as áreas urbanas em três trechos da lei, todas elas incluídas em épocas posteriores à publicação da mesma, através da Lei nº 7.803 de 1989 e da Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001.

O primeiro trecho incluído pela Lei nº 7.803 faz referência ao plano diretor municipal, instrumento que não havia sido mencionado na legislação de 1934. No entanto, apesar de indicar a observação do plano, os princípios e limites a que se refere o artigo do Código Florestal de 1965 deveriam ser respeitados, portanto consideravam-se de preservação permanente as florestas e demais formas de vegetação natural ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja conforme a Tabela 1.

Tabela 1: Extensão da faixa marginal de proteção dos rios.

<b>Extensão da faixa marginal de proteção</b>	<b>Largura do trecho de rio</b>
50 metros	Nascentes
30 metros	Menor que 10 metros
50 metros	De 10 a 50 metros
100 metros	De 50 a 200 metros
200 metros	De 200 a 600 metros
500 metros	Maior que 600 metros

Fonte: Lei federal nº 4.771/65.

Essa largura do corpo hídrico em seu nível mais alto é definida para cada trecho de curso d'água pelo órgão ambiental competente mediante solicitação do interessado na intervenção do espaço. Na prática, a faixa marginal de proteção (FMP) dos rios em áreas urbanas não eram consideradas e nem nas autorizações para novos loteamentos havia fiscalização para conter a ocupação das FMPs. Com essas áreas de FMP já em estágio de urbanização consolidada, o Estado do Rio de Janeiro, por meio do decreto nº 42.356 de 16 de março de 2010 (anexo B), reduzia as FMPs nessas áreas para 5 (cinco) metros ou até 1 (um) metro e meio para alguns casos, definidos no decreto. Tal medida formalizou a urbanização em áreas consideradas de preservação permanente e contribuiu para a degradação do meio ambiente urbano. Há de se questionar a constitucionalidade dessa medida, tendo em vista que é uma legislação estadual sendo menos restritiva que uma legislação de competência federal. No entanto tal questionamento mais profundo em legislação não faz parte do escopo deste trabalho.

O segundo trecho da lei federal, revogada em 2012, em que há referência às áreas urbanas foi incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001. Nele os órgãos ambientais são mencionados. Estes, diferentemente dos órgãos exclusivamente florestais citados na legislação de 1934, tem em suas atribuições, além da responsabilidade sobre unidades de conservação, a gestão dos recursos hídricos e o licenciamento ambiental de atividades potencialmente poluidoras. De acordo com essa medida, a supressão de vegetação em área de preservação permanente situada em área urbana depende de autorização do órgão ambiental municipal competente, desde que o município possua conselho de meio ambiente com caráter deliberativo e plano diretor. Só sendo isto possível mediante anuência prévia do órgão ambiental estadual competente fundamentada em parecer técnico. No Estado do Rio de Janeiro o órgão ambiental responsável pela emissão de pareceres técnicos com essa permissão é o INEA – Instituto Estadual do Ambiente, criado através da Lei nº 5.101, de 04 de outubro

de 2007 e instalado através do Decreto nº 41.628, de 12 de janeiro de 2009, a partir da fusão de três órgãos: Feema (Fundação Estadual de Engenharia de Meio Ambiente), Serla (Superintendência Estadual de Rios e Lagoas) e IEF (Instituto Estadual de Florestas).

O terceiro trecho do “novo” Código Florestal, incluído pela lei nº 7.803/89 que se refere a áreas urbanas diz que a fiscalização quanto à supressão de vegetação em área de preservação permanente, em zona urbana, é de competência dos municípios, atuando a União supletivamente.

Já em 2012 o código de 1965 é revogado através da lei 12.651, de 25 de maio de 2012 em meio a polêmicas envolvendo principalmente as questões rurais gerando uma grande discussão que ocorreu no cenário político nacional entre ruralistas e ambientalistas. Isto porque os ruralistas defendiam uma diminuição da faixa marginal de proteção dos rios enquanto os ambientalistas defendiam a permanência dos limites já estabelecidos. Outras questões também fizeram parte dessa discussão as quais não serão detalhadas aqui, pois não envolviam as áreas urbanas, foco deste trabalho.

A questão da preservação de vegetação nativa em zonas urbanas é mencionada mais vezes nessa nova lei do que nas leis anteriores, chegando a dezoito trechos.

Um dos princípios da nova lei, diz que as três esferas de governo são responsabilizadas pela preservação e restauração da vegetação nativa, tanto em áreas urbanas quanto rurais. Isso foi um avanço do ponto de vista institucional, pois estabeleceu uma corresponsabilidade para a preservação do meio ambiente.

Um aspecto importante de ser mencionado é o que essa lei considera de interesse social como a implantação de infraestrutura pública destinada a esportes, lazer e atividades educacionais e culturais e a regularização fundiária de assentamentos humanos ocupados predominantemente por população de baixa renda.

Essas atividades entendidas como de interesse social são importantes de serem mencionadas, pois são consideradas de formas diferentes quando solicitado algum tipo de intervenção em área de preservação permanente.

Há também uma definição relevante nessa lei, que é a de “áreas verdes urbanas”, definidas como: espaços, públicos ou privados, com predomínio de vegetação, preferencialmente nativa, natural ou recuperada, previstos no Plano Diretor, nas Leis de Zoneamento Urbano e Uso do Solo do Município. Estas áreas estão indisponíveis para construção de moradias, sendo destinadas aos propósitos de recreação, lazer, melhoria da qualidade ambiental urbana, proteção dos recursos hídricos, manutenção ou melhoria paisagística, proteção de bens e manifestações culturais.

Outra referência importante que traz essa lei é a de área urbana consolidada, que é definida em outra lei, a nº 11.977, de 7 de julho de 2009. Portanto, para efeitos de regularização fundiária de assentamentos urbanos, considera-se como área urbana, a parcela do território, contínua ou não, incluída no perímetro urbano pelo Plano Diretor ou por lei municipal específica. Já a área urbana consolidada seria a parcela da área urbana com densidade demográfica superior a 50 (cinquenta) habitantes por hectare e malha viária implantada e que também tenha, no mínimo, 2 (dois) dos seguintes equipamentos de infraestrutura urbana implantados:

- a) drenagem de águas pluviais urbanas;
- b) esgotamento sanitário;
- c) abastecimento de água potável;
- d) distribuição de energia elétrica; ou
- e) limpeza urbana, coleta e manejo de resíduos sólidos;

Nessa nova lei as áreas de preservação permanente são claramente consideradas tanto em área rural quanto em área urbana, não deixando margem para demais interpretações. Além disso, a nova lei especifica que, em áreas urbanas, o entorno de lagos e lagoas naturais terão faixa preservada com largura mínima de 30 (trinta) metros.

Em outro trecho da lei determina-se que na implantação de reservatório artificial de água destinado à geração de energia ou abastecimento público, é obrigatória a delimitação de APP em seu entorno mesmo em áreas urbanas com faixa mínima de 15 (quinze) metros e máxima de 30 (trinta) metros. Vale ressaltar que faixa marginal de proteção (FMP) é uma área de preservação permanente (APP).

Essa legislação sofreu uma alteração em outubro de 2012 através da lei nº 12.727, que entre outras modificações, enfatiza que as faixas marginais de proteção devem ser preservadas também em áreas urbanas tendo as suas extensões permanecidas as mesmas do código de 1965, conforme a tabela 1 mostra.

Avançando-se na observação desta nova legislação percebe-se que há margem para autorização do órgão ambiental, para supressão de vegetação em APP em locais onde a função ecológica do ecossistema esteja comprometida. Isto é possível desde que, áreas urbanas consolidadas para a execução de obras habitacionais e de urbanização, estejam inseridas em projetos de regularização fundiária de interesse social, como definido a cima, e ocupadas por populações de baixa renda.

Fica claro nessa lei que é dispensada autorização do órgão ambiental competente, no caso de intervenção emergencial em APP de áreas urbanas, para a execução de obras de

interesse da defesa civil destinadas à prevenção e mitigação de acidentes. Isso deve ser considerado cuidadosamente para evitar que a supressão da vegetação ocorra para outros fins.

Com relação às áreas verdes urbanas, elemento fundamental para a promoção de qualidade de vida da população, essa nova legislação institui que o poder público municipal contará com os seguintes instrumentos:

- direito de preferência para aquisição de remanescentes florestais relevantes;
- a transformação das reservas legais em áreas verdes quando da expansão urbana;
- a exigência de áreas verdes nos loteamentos, empreendimentos comerciais e na implantação de infraestrutura e;
- aplicação de recursos oriundos da compensação ambiental em áreas verdes.

Além disso, a nova legislação determina que em área urbana consolidada, a regularização fundiária de assentamentos que ocupam APPs será admitida por meio de aprovação de projeto de regularização fundiária, na forma da lei nº 11.977, de 2009, que dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV.

Ainda, a lei nº 12.651, diz que a exigência de se manter uma largura mínima não edificável de 15 metros ao longo dos rios pode ser alterada em áreas urbanas tombadas como patrimônio histórico e cultural, para atender aos parâmetros do ato do tombamento.

Com o exposto pode-se perceber que, atualmente, do ponto de vista jurídico, a faixa marginal de proteção dos corpos hídricos é considerada não só em áreas rurais, mas também em áreas urbanas, no entanto, para determinados casos, abre margem à regularização da ocupação dessas áreas de preservação permanente. No entanto, há de se pensar que em corpos hídricos canalizados com suas margens totalmente urbanizadas com construções regulares feitas antes do Código Florestal de 1965, desaparece a função ecológica da mata ciliar inexistente, o que descaracterizaria as margens como área de preservação permanente.

Deve-se considerar também a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), lei nº 9.433/97, que tem como um dos objetivos assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade hídrica em padrões de qualidade adequados às demandas. O uso inadequado do solo no ambiente urbano, aliado a falta de saneamento, acaba por comprometer a qualidade dos recursos hídricos.

Uma das diretrizes da PNRH é a articulação da gestão dos recursos hídricos com a do uso do solo. A gestão dos recursos hídricos deve ainda ser integrada com a gestão ambiental e ter como unidade de planejamento a bacia hidrográfica tanto em áreas rurais quanto urbanas.

Outra legislação que deve ser mencionada no que tange a preservação dos rios urbanos é a lei 12.305/12 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. De acordo com essa lei,



é proibido o lançamento de resíduos sólidos ou rejeitos em quaisquer corpos hídricos. A inobservância dos preceitos dessa lei sujeita os infratores às sanções penais previstas em lei, em especial às fixadas na lei 9.605/98, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.

Os trechos das leis aqui referidas – decreto nº 23.793, de 1934; lei nº 4.771, de 1965; lei nº 12.651, de 2012 – estão em destaque no anexo A e o decreto nº 42.356, de 2010, está integralmente no anexo B deste trabalho.

## 2.2. Urbanização e Recursos Hídricos

O mundo está se tornando cada vez mais urbano devido ao crescimento econômico e ao aumento das oportunidades de trabalho nas cidades. Em 1900, apenas 13% da população mundial vivia no ambiente urbano, em 2007 essa porcentagem passou para aproximadamente 50% e em 2050 estima-se que cerca de 70% das pessoas morarão em cidades em todo o mundo, como mostra a tabela 2. Sendo que o acréscimo de 6 para 9 bilhões de pessoas será apenas para áreas urbanas. (UN, 2009 *apud* TUCCI, 2010).

Tabela 2: Porcentagem da população urbana mundial.

<b>Mundo</b>	
<b>Ano</b>	<b>População Urbana</b>
1900	13%
2007	50%
2050	70%

Fonte: UN, 2009 *apud* TUCCI, 2010.

Já o Brasil cresceu de 90 para 190 milhões desde 1970 e a população urbana passou de 55 para 83%, isso significa que 158 milhões de pessoas vivem nas cidades, como pode ser visto na tabela 3. Esse processo de urbanização, seja ele no Brasil ou não, aumenta a competição pelos recursos naturais, principalmente pela terra e pela água, pois em um pequeno espaço demandam-se esses recursos para todas as necessidades humanas de produção e recreação. Se esse processo de urbanização não for controlado, leva-se a cidade ao caos (TUCCI, 2010).

Tabela 3: População urbana no Brasil.

Ano	Brasil		
	População Total	População Urbana	
	Números absolutos	Números absolutos	Porcentagem
1970	90 milhões	50 milhões	55%
2010	190 milhões	158 milhões	83%

Fonte: TUCCI, 2010

O crescimento urbano no Brasil se dá principalmente nas regiões metropolitanas, sendo o crescimento mais acelerado em áreas periféricas, inclusive de forma desordenada. O que se observa é que uma parte dessa urbanização acontece de forma ordenada, seguindo-se as regras dos Planos Diretores municipais e outra parte acontece de forma espontânea e ilegal. Nesse cenário, os cursos d'água que antes faziam parte de um ambiente natural ou rural, passam a ser sobrecarregados pela ocupação de suas margens, pelo despejo de lixo e esgotos.

Os rios urbanos, então, integram um complexo sistema, com reflexos na dinâmica socioambiental da cidade, desempenhando a função de controle da temperatura e de regulação da incidência ou regime de chuvas, além de possibilitar a drenagem ou escoamento superficial das águas pluviais. Nesse contexto, a natureza do uso e ocupação do solo urbano tem uma grande interferência na qualidade das águas.

O uso indevido do solo pode provocar alterações no meio aquático, a exemplo do aumento do escoamento superficial e a erosão, com o consequente assoreamento dos corpos d'água. Essas alterações provocam constantes inundações em grandes cidades, ocasionando transtornos como engarrafamentos e o desabrigo de várias famílias que residem em planícies de inundações.

Associado a essa questão, podem-se ressaltar a redução das taxas de infiltração de água no solo, diminuições dos níveis de água nos aquíferos, com a consequente alteração das vazões dos córregos urbanos. Muitas vezes essas questões passam despercebidas da população local e, infelizmente, dos que planejam e executam intervenções ou obras civis, que por sua vez não levam em consideração os impactos associados aos rompimentos das condições de equilíbrio dinâmico nas áreas de influência das bacias urbanas. (ROSSI *et al*, 2012).

Na Figura 1 pode-se observar um esquema que representa o ciclo da água urbana. A precipitação injeta água nas fontes de captação para a população e também nas próprias áreas

urbanas. Essas áreas modificam a água e a devolvem ao meio ambiente através dos esgotos, das águas pluviais contaminadas e ainda acrescentam os resíduos a essas águas que acabam por retornar às fontes de abastecimento. Ocorrem também as inundações nessas áreas pelo comprometimento da infiltração da água no solo.

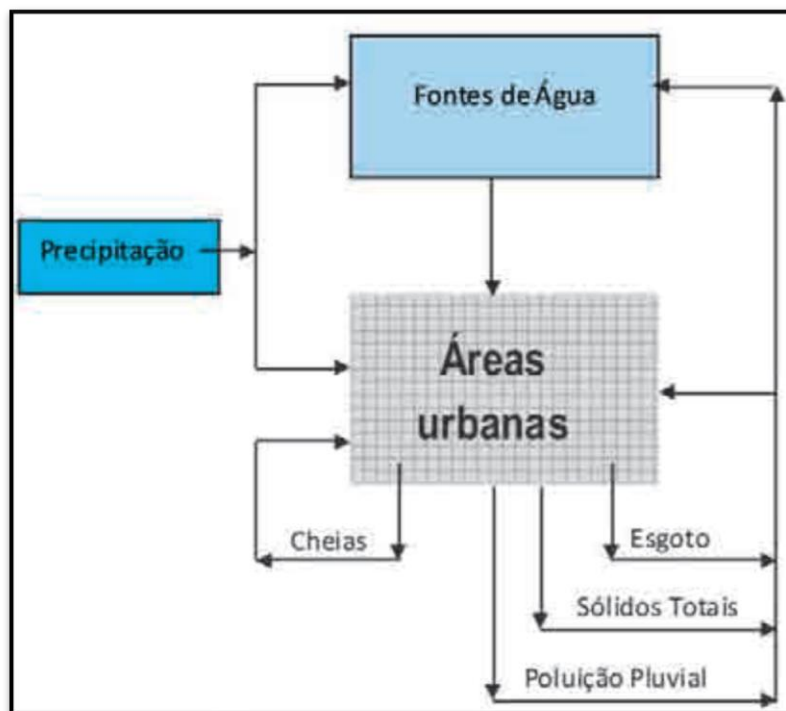


Figura 1: Ciclo de contaminação da água em áreas urbanas em países em desenvolvimento

Fonte: TUCCI, 2010.

Este ciclo da água no ambiente urbano remete também ao ciclo de impactos negativos que os rios urbanos poluídos e assoreados exercem sobre a cidade e a qualidade de vida de seus habitantes assim como a cidade impacta negativamente esses rios (Figura 2).

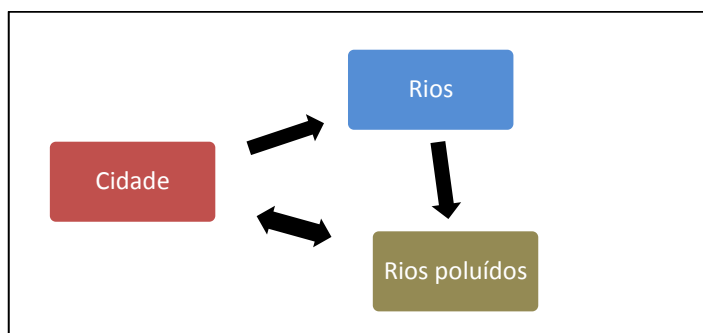


Figura 2: Ciclo de impactos negativos da cidade sobre os rios e dos rios sobre a cidade.

Fonte: Elaboração própria.

Segundo TUCCI (2010), o desenvolvimento urbano é um processo geográfico e, em muitas cidades, esse desenvolvimento ocorre de jusante para montante na bacia e da costa para o interior nas cidades litorâneas. A água para abastecimento é suprida de fontes existentes à montante, ou através de bacias vizinhas ou pela extração subterrânea (ou combinações destas). Após o uso da água pela população, a mesma retorna para os rios sem tratamento do esgoto ou pelo extravasamento das fossas.

Desta maneira, o esgoto polui os rios, que não podem ser usados como fontes de abastecimento. A captação para suprir a demanda de água para consumo procura utilizar água de fontes sem contaminação, jogando água poluída para jusante. Como o desenvolvimento ocorre para montante, com o tempo, as fontes existentes são contaminadas pelas novas urbanizações, além de competir com a agricultura pelo uso da água. Quando a cidade não tem capacidade de suprir a população, esta procura por seus próprios meios obter água perfurando poços ou comprando água, o que acarreta em seu aumento de preço. A população menos provida de recursos financeiros tende a perfurar poços rasos, já contaminados pelo esgoto enquanto que a população de maior renda perfura poços profundos, mais seguros, mas que podem produzir rebaixamento dos níveis do terreno pelo uso intensivo da água subterrânea. Em regiões costeiras, isto pode produzir intrusão salina (TUCCI, 2010).

### **2.3. Conjuntura dos recursos hídricos em áreas urbanas no Brasil**

Segundo o documento publicado pela Agência Nacional de Águas, “Conjuntura dos Recursos Hídricos – Informe 2012”, o monitoramento da qualidade da água feito no ano de 2010 em 1.988 pontos de coleta de diferentes corpos hídricos em todo o Brasil mostrou que os valores médios do IQA<sup>1</sup> neste ano indicam uma condição ótima em apenas 6% dos pontos, boa em 75%, regular em 12%, ruim em 6% e péssima em 1%, como ilustra a tabela 4.

---

<sup>1</sup> Índice de Qualidade de Água que leva em consideração os seguintes fatores: coliformes totais, fósforo total, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), turbidez e pH.

Tabela 4: Condição do IQA em corpos hídricos no Brasil.

<b>Condição do corpo hídrico relativa ao IQA</b>	<b>Pontos</b>
Ótima	6%
Boa	75%
Regular	12%
Ruim	6%
Péssima	1%

Fonte: ANA, 2012.

É importante destacar que os pontos de monitoramento cujos valores médios de IQA levaram a sua classificação como “ruins” ou “péssimos” foram, em sua maioria, detectados em corpos hídricos de bacias urbanas densamente povoadas, como regiões metropolitanas das capitais e das grandes cidades. Isto decorre do lançamento de grande volume de efluentes industriais tratados ou esgotos domésticos lançados in natura nos corpos hídricos. Alguns pontos de monitoramento localizados em regiões fortemente industrializadas, que normalmente coincidem com as mais populosas, também se encontram nessas categorias de IQA, conforme observado no mapa apresentado da Figura 3.

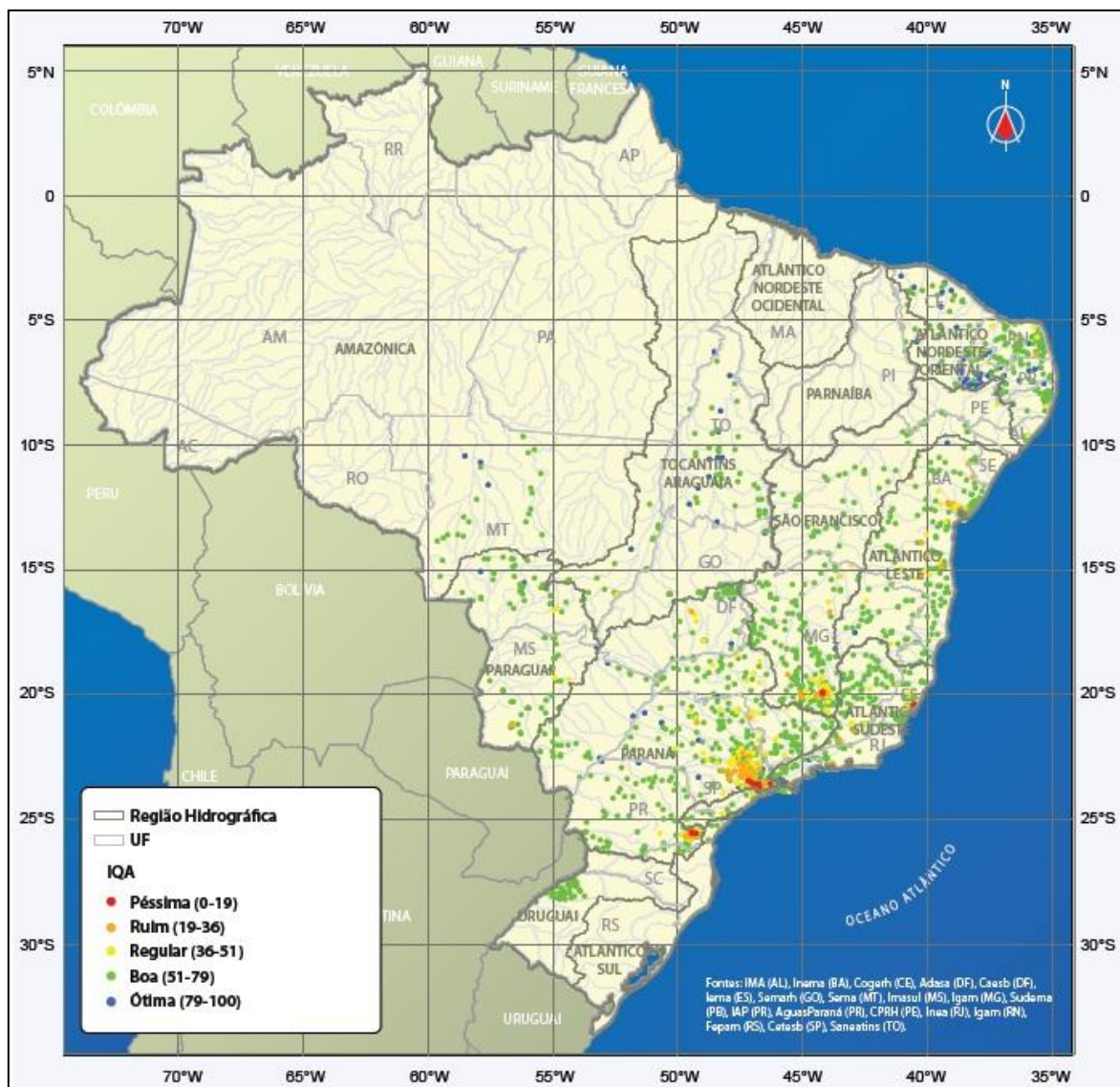


Figura 3: Índice de Qualidade de Água (IQA) em 2010.

Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA), 2012.

Segundo esse mesmo estudo, quando é feita uma análise quali-quantitativa dos trechos de rios, é possível perceber o estado crítico em que se encontram diversas regiões do Brasil. O estudo quali-quantitativo leva em consideração a vazão dos trechos de rios, além da qualidade de suas águas. Quanto maior a vazão do rio, mais diluídos ficam seus poluentes, portanto melhor a sua condição quali-quantitativa.

A Tabela 5 mostra a matriz utilizada para enquadrar os trechos de rio segundo as duas condições (qualitativa e quantitativa). A Figura 4 ilustra a distribuição espacial da classificação adotada segundo as microbacias.

Tabela 5: Resumo da análise de criticidade dos trechos de rio.

Condição quantitativa	Condição qualitativa				
	Péssima	Ruim	Razoável	Boa	Ótima
Excelente	Criticidade qualitativa			Satisfatório	
Confortável	Criticidade qualitativa			Satisfatório	
Preocupante	Criticidade qualitativa			Satisfatório	
Crítica	Criticidade quali-quantitativa			Criticidade quantitativa	
Muita crítica	Criticidade quali-quantitativa			Criticidade quantitativa	

Fonte: ANA, 2012.

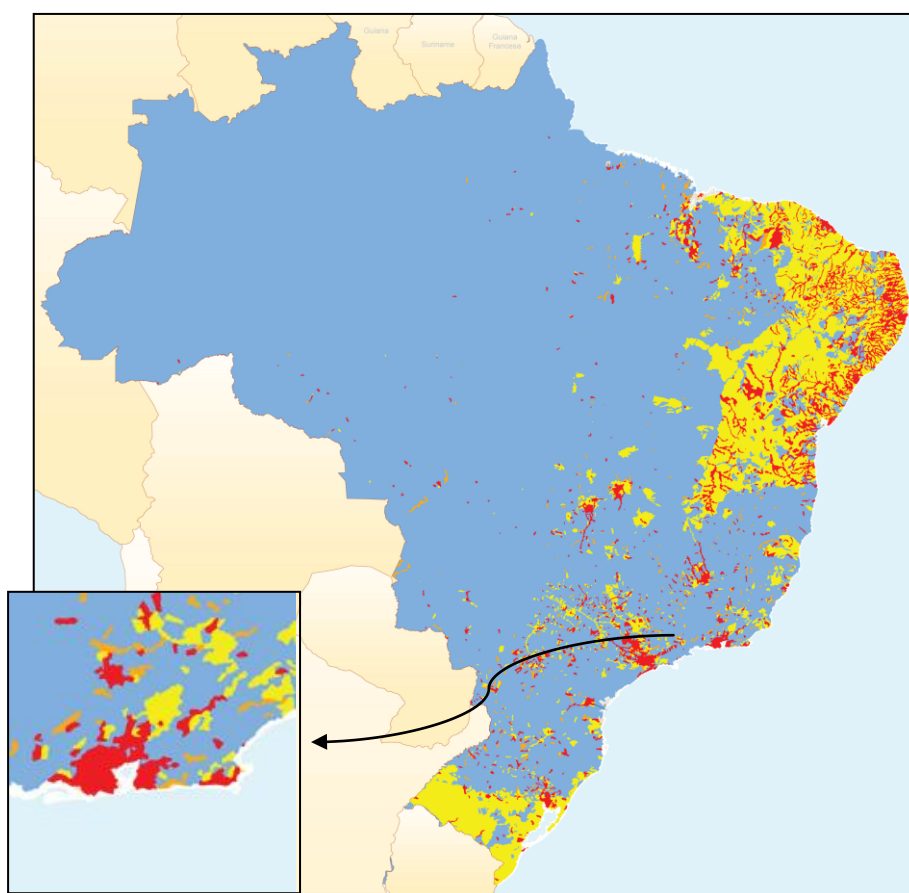


Figura 4: Bacias críticas brasileiras segundo os aspectos de quantidade e qualidade.

Destaque para a Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ).

Fonte: ANA, 2012

Como pode-se perceber na Tabela 5, quanto mais vermelho, maior a criticidade do corpo hídrico. Com isso, na Figura 4, é possível perceber uma criticidade quantitativa na Região Nordeste devido à baixa disponibilidade hídrica para atender a demanda e na Região Sul devido à alta demanda para irrigação na agricultura, principalmente de arroz inundado. Já os

rios localizados em regiões metropolitanas apresentam criticidade quali-quantitativa, tendo em vista a alta demanda de água existente para abastecer a população e a grande quantidade de carga orgânica lançada aos rios. (ANA, 2012)

Percebe-se que o fato dos rios nessas regiões metropolitanas apresentarem índices críticos de quantidade e qualidade de água, está ligado a problemas de abastecimento de água potável nessas regiões. Torna-se cada vez mais caro e complexo tratar a água que chega às estações de tratamento. Além disso, a paisagem urbana é afetada negativamente, uma vez que a aparência de um rio com pouca água e/ou com uma água muito poluída torna o ambiente no seu entorno pouco agradável e atrativo.

Além do estado crítico quali-quantitativo dos rios urbanos, deve-se lembrar a ocorrência de enchentes que são comumente causa de grandes transtornos nas cidades e degradam a qualidade de vida da população. Elas ocorrem quando há uma precipitação com elevados índices pluviométricos em um período curto de tempo, numa região em que o sistema de drenagem urbana não suporta esse grande volume de chuva. Durante uma enchente é comum que pessoas entrem em contato com essa água de baixa qualidade misturada aos resíduos sólidos urbanos presente nos logradouros públicos, afetando-se a saúde da população.

#### **2.4. O Saneamento no Brasil: sistemas de esgotamento sanitário**

Os sistemas de esgotamento sanitário podem ser de três tipos: separador absoluto, separador parcial ou unitário. No Brasil utiliza-se o sistema separador absoluto por orientação de Saturnino de Brito, Patrono da Engenharia Sanitária Brasileira (Tsutiya e Bueno, 2005).

O primeiro sistema de esgotamento sanitário desenvolvido no mundo foi o sistema unitário na Inglaterra do século XIX. Esse sistema foi uma evolução para a época em que não havia qualquer rede de coleta de esgotos e os detritos eram lançados nas ruas ocasionando a proliferação de doenças. A coleta então passou a ocorrer e o esgoto era encaminhado para a rede de drenagem que conduzia as águas servidas mais as pluviais para os cursos d'água.

Esse sistema se adaptou bem aos países com baixo índice pluviométrico. Também chamado sistema combinado, é o sistema em que as águas residuárias (domésticas e industriais), águas de infiltração (água do solo que penetra no sistema através das tubulações) e águas pluviais veiculam por um único sistema, como ilustra a Figura 5 (TSUTIYA e BUENO, 2005).



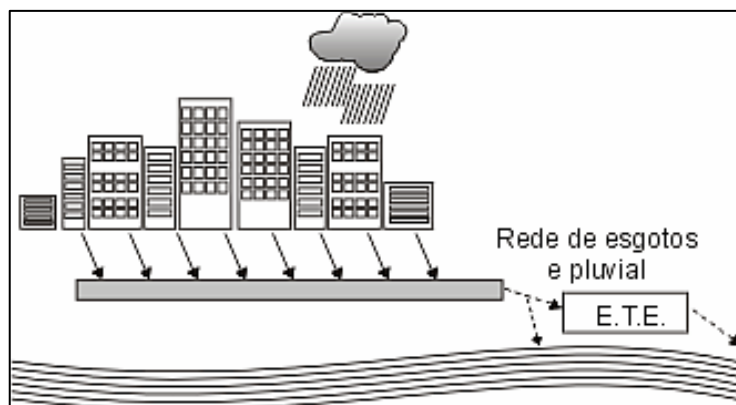


Figura 5: Sistema Unitário

Fonte: Adaptado de VON SPERLING (1995) *apud* TSUTIYA e BUENO (2005).

Os países que utilizam esse sistema, de modo geral, limitam a vazão afluyente às Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) de 2 a 10 vezes a vazão de tempo seco. Portanto quando há precipitações que fazem a vazão afluyente exceder esse limite, o excesso é extravasado para os corpos hídricos sem o devido tratamento.

Nos sistemas separadores parciais, uma porção das águas de chuva, provenientes de telhados e pátios das construções são encaminhadas juntamente com as águas residuárias e águas de infiltração para um único sistema de coleta e tratamento de esgotos. O restante das águas pluviais, que caem nos logradouros, são encaminhadas para a rede de drenagem e lançadas diretamente nos cursos d'água.

Já nos sistemas separadores absolutos (figura 6) o esgoto sanitário, junto com as águas de infiltração, são conduzidos em um sistema independente e levados, em teoria, para uma ETE. Enquanto toda a quantidade de água pluvial é coletada através da rede de drenagem e descartada nos corpos hídricos.

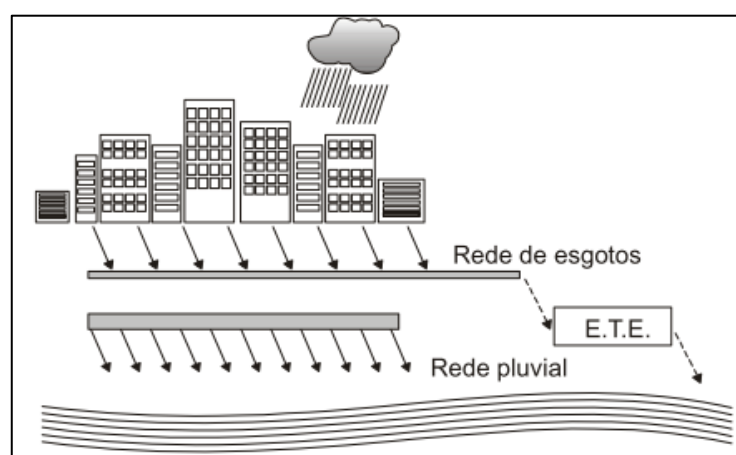


Figura 6: Sistema separador absoluto.

Fonte: Adaptado de VON SPERLING (1995) *apud* TSUTIYA e BUENO (2005).

As principais vantagens do sistema separador absoluto são (Tsutiya e Alem Sobrinho, 1999):

- Custa menos, pelo fato de empregar tubos de diâmetros bem menores e de fabricação industrial (manilhas, tubos de PVC, etc);
- Oferece mais flexibilidade para a execução por etapas, de acordo com as prioridades (prioridade maior para a rede sanitária);
- Reduz consideravelmente o custo do afastamento das águas pluviais, pelo fato de permitir o seu lançamento no curso de água mais próximo, sem a necessidade de tratamento;
- Não se condiciona e nem obriga a pavimentação das vias públicas;
- Reduz a extensão das canalizações de grande diâmetro em uma cidade, pelo fato de não exigir a construção de galerias em todas as ruas;
- Não prejudica a depuração dos esgotos sanitários.

No entanto, para o sucesso desse sistema de esgotamento sanitário é necessário um eficiente controle para evitar que as águas pluviais sejam encaminhadas para a rede de coleta de esgotos, assim como o inverso, ou seja, que os esgotos não sejam lançados na rede de drenagem. Na prática é muito difícil de ocorrer esse efetivo controle e o sistema acaba por não cumprir sua função da maneira correta.

Ainda que o sistema funcionasse como em teoria, ou seja, que exclusivamente os esgotos fossem encaminhados às ETEs e as águas pluviais fossem conduzidas aos rios, as águas dos corpos hídricos urbanos não seriam de boa qualidade. Isto porque, segundo Prodanoff (2005), as águas pluviais provenientes da superfície urbana carregam grande quantidade de poluentes. E é enganoso pensar que a partir de determinado momento em que for feito o tratamento das águas residuais, ocorrerá a despoluição dos cursos d'água contaminados. A deposição atmosférica, os resíduos sólidos, o esgoto pluvial e o lodo decantado continuarão presentes durante um longo período corpos hídricos afetando a qualidade de suas águas.

Segundo o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto (2012), no Brasil, o atendimento com redes coletoras de esgotos alcança em média 56% de população urbana. Já a média do país para o tratamento dos esgotos gerados chega a 38%. Quando ocorre a coleta sem o tratamento do esgoto antes de ser lançado nos corpos hídricos o sistema se torna ineficiente e não cumpre em sua totalidade as suas funções que seria de afastar do contato direto da população o efluente, mas também de garantir o retorno dessa água servida para o meio ambiente de forma a não degradá-lo.

## 2.5. A Gestão do Saneamento no Estado do Rio de Janeiro

Segundo a Política Nacional de Saneamento, Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, considera-se que saneamento básico é um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais dos quatro itens mencionados na Tabela 6:

Tabela 6: Saneamento e seu conjunto de atividades.

<b>Itens do Saneamento</b>	<b>Atividades, infraestrutura e instalações operacionais</b>
Abastecimento de água potável	Abrange desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição.
Esgotamento sanitário	Coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente.
Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos	Coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas.
Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas	Transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas.

Fonte: Lei nº 11.445/2007.

No entanto, percebe-se que não existe uma gestão integrada desses serviços de saneamento. A forma fragmentada da gestão da infraestrutura de saneamento resulta em serviços de baixa qualidade, quando existem. Comumente os serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário são realizados pelo Estado e os serviços de drenagem urbana e de resíduos sólidos são prestados pelo município. Existe uma interface muito estreita entre esses serviços. Um influencia de forma muito direta o outro, porém os órgãos responsáveis por executá-los não se comunicam e não se relacionam de forma eficaz, assim a cidade e sua população são prejudicadas.

Um dos efeitos dessa gestão não articulada dos serviços de saneamento é o estado em que se encontram os rios urbanos no Estado do Rio de Janeiro. Pode-se compará-los a um doente internado em estado terminal onde os médicos de cada especialidade não se entendem.

No ERJ o órgão regulador do setor de saneamento é a AGENERSA – Agência Reguladora de Energia e Saneamento Básico do Estado do Rio de Janeiro – órgão criado pela Lei Estadual nº 4.556 de 2005. Como o saneamento engloba os quatro serviços citados

anteriormente, a regulação e fiscalização deveria ser feita para todos esses serviços. No entanto, ele é feito apenas para o serviço de abastecimento de água e de esgotamento.

No Estado do Rio de Janeiro a maior parte desses dois serviços são prestados pela CEDAE – Companhia Estadual de Águas e Esgotos. Essa instituição foi criada há aproximadamente 49 anos, mas só com o decreto nº 43.982/12 é que a AGENERSA começa a iniciar um movimento de regulação da empresa que deverá acontecer a partir de agosto de 2015.

A CEDAE foi constituída oficialmente em 1º de agosto de 1975, ela é oriunda da fusão da Empresa de Águas do Estado da Guanabara (CEDAG), da Empresa de Saneamento da Guanabara (ESAG) e da Companhia de Saneamento do Estado do Rio de Janeiro (SANERJ). Como ela foi criada anteriormente ao órgão regulador do setor de saneamento no ERJ, não era fiscalizada e mesmo com a criação da AGENERSA, em 2005, a fiscalização e regulação só deverão ocorrer em 2015. Quando as empresas do setor não são fiscalizadas em sua totalidade, torna-se difícil a homogeneização e a eficácia geral da prestação desses serviços.

Segundo o Relatório dos Auditores Independentes sobre as Demonstrações Financeiras da CEDAE, exercício 2013, dos 92 municípios do Estado do Rio de Janeiro, a CEDAE opera os serviços de abastecimento de água em 64, ou seja 70% dos municípios fluminenses, dentre esses, apenas 31, ou seja, somente a metade dos municípios são atendidos também com o serviço de esgotamento sanitário. Na maioria desses municípios os contratos firmados tem duração de 30 anos. A figura 7 mostra um mapa com os municípios atendidos por essa instituição.

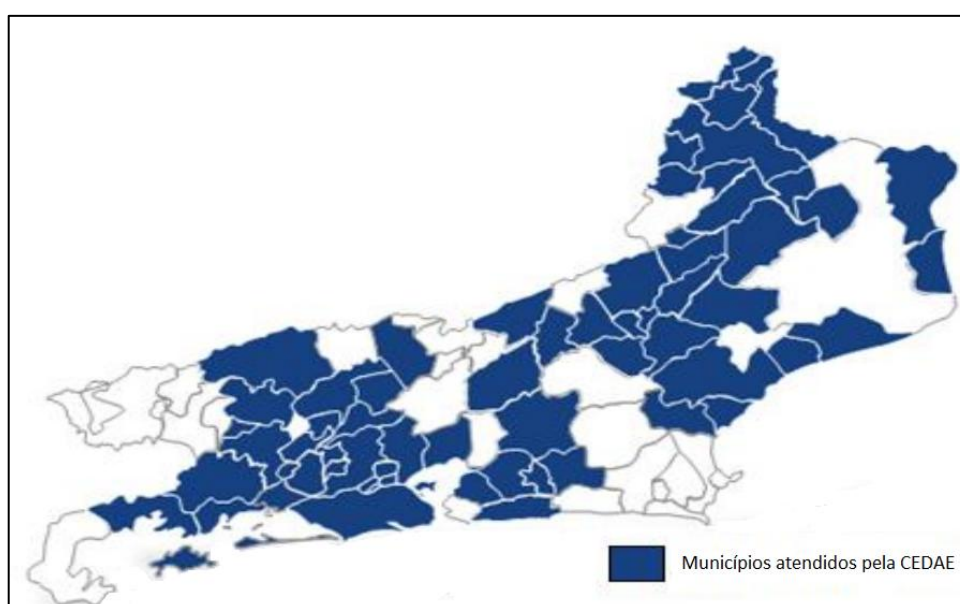


Figura 7: Mapa com os municípios atendidos pela CEDAE no ERJ.

Fonte: Relatório da administração e demonstrações financeiras. (CEDAE, 2012)

Deve-se salientar que os municípios que são atendidos pelo serviço de abastecimento de água da CEDAE, mas não são por ela também atendidos pelo serviço de esgotamento sanitário, tem o Saneamento comprometido, sendo só em parte atendido. Deve se pensar que o órgão regulador poderia fazer a concessão para a prestação do serviço de abastecimento de água com a condição de que a mesma concessionária também preste o serviço de esgotamento sanitário. Ainda assim, avanços no sentido da fiscalização e controle social dos serviços prestados são importantes, entre outras medidas, para que a qualidade dos corpos hídricos em áreas urbanas melhorasse.

Outros municípios do Estado são atendidos por empresas privadas por meio de concessão, como a Prolagos e Águas do Brasil. A Prolagos é responsável pelos serviços de Saneamento Básico em cinco municípios da Região dos Lagos do RJ como Cabo Frio, Búzios, Iguaba Grande e São Pedro da Aldeia e pelo abastecimento de água potável de Arraial do Cabo. Já a Águas do Brasil é o grupo responsável pelas empresas Águas de Niterói (Niterói / RJ), Águas do Imperador (Petrópolis / RJ), Águas de Juturnaíba, que também atua na Região dos Lagos do ERJ, nos municípios de Araruama, Saquarema e Siva Jardim / RJ, Águas das Agulhas Negras (Resende / RJ), Águas de Nova Friburgo (Nova Friburgo / RJ), Águas do Paraíba (Campos dos Goytacazes / RJ), Águas de Paraty (Paraty / RJ), totalizando oito municípios por ela atendidos no ERJ. Há também outras empresas desse grupo atuando em outros estados do Brasil.

A Figura 8 mostra um mapa ilustrando os municípios do Rio de Janeiro que são atendidos pelas concessionárias Prolagos e Grupo Águas do Brasil. Ele foi elaborado pela autora utilizando a ferramenta *ArcGis* 10.1, sendo as bases de dados do Instituto Estadual do Ambiente (INEA).

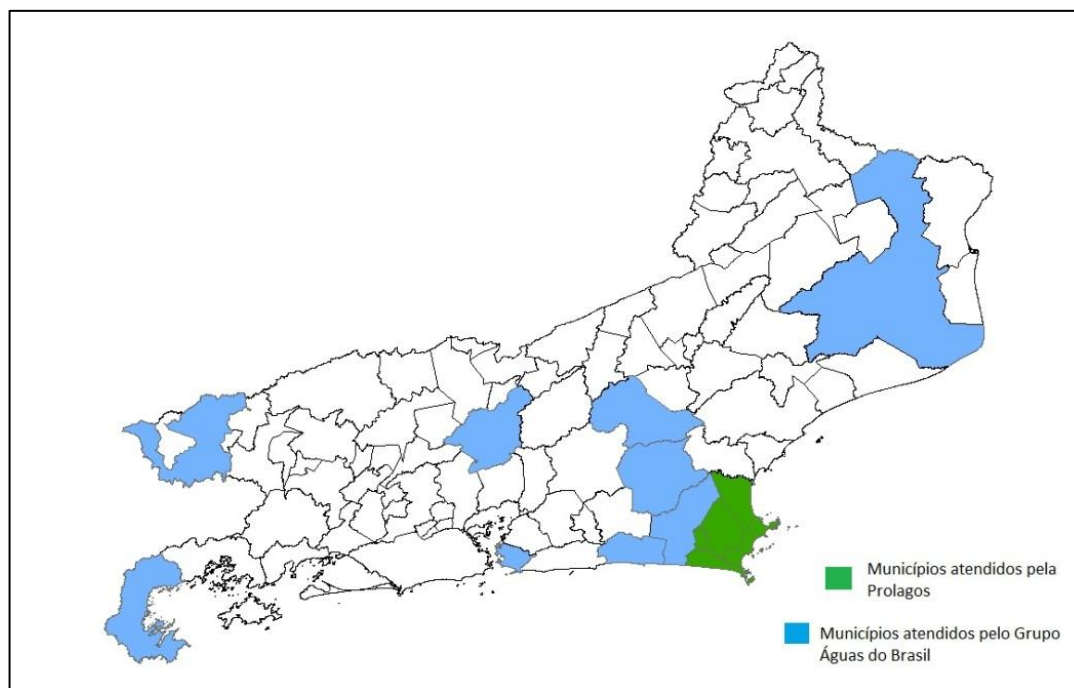


Figura 8: Mapa com destaque para os municípios atendidos pela Prolagos e Águas do Brasil.

Fonte: Elaboração Própria.

Já o município do Rio de Janeiro é atendido pela CEDAE nas áreas de planejamento de 1 a 4. No entanto, a Área de Planejamento 5 (AP5), destacada no mapa da figura 7, é atendida pela concessionária Foz Águas 5 desde maio de 2012, sendo esta responsável pela coleta e tratamento de esgoto sanitário nesta região do município. Ela é uma parceria entre o Grupo Águas do Brasil e a empresa Foz do Brasil. A AP5 situa-se na Zona Oeste da cidade e abrange 21 bairros, são eles: Bangu, Barra de Guaratiba, Campo Grande, Campo dos Afonsos, Cosmos, Deodoro, Gericinó, Guaratiba, Inhoaíba, Jardim Sulacap, Magalhães Bastos, Paciência, Padre Miguel, Pedra de Guaratiba, Realengo, Santa Cruz, Santíssimo, Senador Camará, Senador Vasconcelos, Sepetiba e Vila Militar.

A Figura 9 traz um mapa, também elaborado pela autora com a ferramenta *ArcGis* 10.1, tendo como fonte de bases o Instituto Pereira Passos através do portal do Armazém de Dados > Basegeo web. Ele mostra os bairros da AP5 atendidos pela Foz Águas 5.

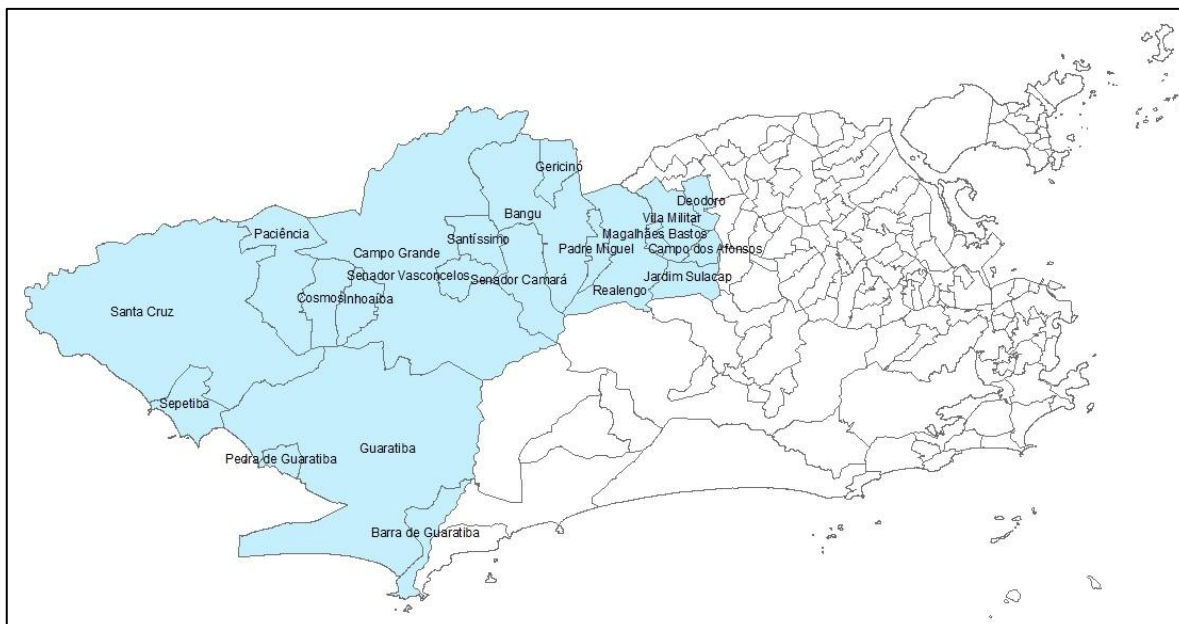


Figura 9: Mapa do município do Rio de Janeiro com destaque para os bairros da AP5.

Fonte: Elaboração própria.

Segundo Tucci (2010), a gestão da cidade relacionada com a infraestrutura de água envolve o uso do solo, que é um agente externo ao serviço de águas. Envolve também os serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem e resíduos sólidos, e as metas que seriam de conservação do ambiente urbano e da saúde da população. A

Figura 10 traz um exemplo de estrutura de gestão integrada para esses serviços e caracteriza as principais relações entre os sistemas de infraestrutura no ambiente urbano relacionado com a água.

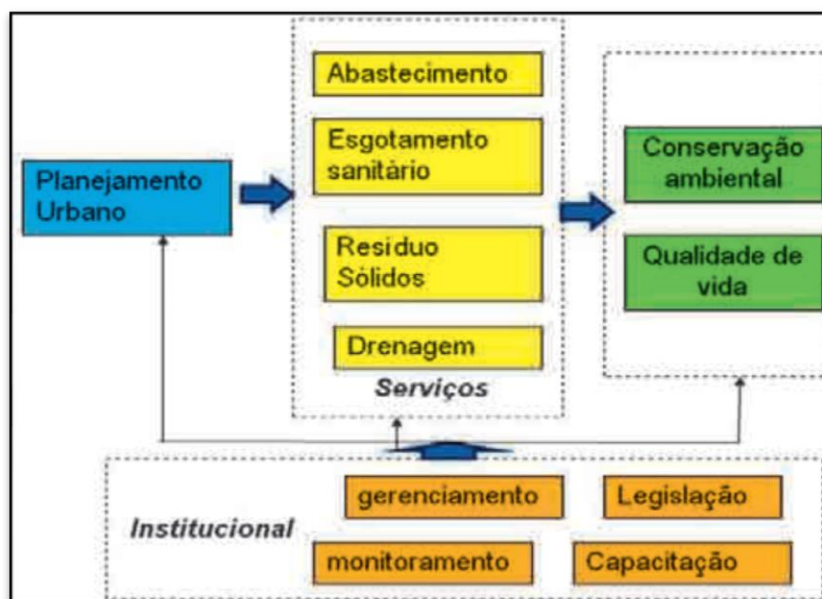


Figura 10: Estrutura dos componentes da gestão integrada do saneamento ambiental.

Fonte: TUCCI, 2010.

Um mecanismo que deve ser usado com o objetivo de integrar esses serviços, instituído pelo PNSA, é o Plano de Saneamento Ambiental (PSA). Os PSAs englobam os sistemas de desenvolvimento urbano, abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana, resíduos sólidos e meio ambiente. A Tabela 7 traz um resumo das características dos planos de saneamento, com suas ações, finalidades e esfera de governo responsável, segundo o PNSA.



Tabela 7: Características dos planos de saneamento ambiental

<b>Entidade</b>	<b>Sistema</b>	<b>Ação</b>	<b>Finalidade</b>
Município ou DF	Desenvolvimento Urbano	Plano Diretor de Uso do Solo	Regular a ocupação da cidade.
Município ou Estado	Abastecimento de Água	Plano de Abastecimento de Água	Ampliar o atendimento de água até a sua cobertura total.
	Esgotamento Sanitário	Plano de Esgotamento Sanitário	Construir redes de coleta de esgoto e estações de tratamento para melhoria da qualidade da água e redução de doenças.
Município	Drenagem Urbana e Erosão	Plano Diretor de Drenagem Urbana ou de Águas Pluviais	Regular o aumento da vazão das propriedades e erosão gerada; controlar o impacto das áreas degradadas e com inundação.
	Resíduo Sólido	Plano de Resíduo Sólido	Sistema de Coleta domiciliar, limpeza das ruas e disposição final dos resíduos.
	Meio Ambiente	Plano Ambiental	Recuperação de áreas degradadas, conservação e planejamento dos espaços.

Fonte: TUCCI, 2010.

Analisando a tabela 7 percebemos que a esfera de governo municipal tem importante participação no que tange aos planos de saneamento, pois além da responsabilidade do Plano Diretor do Uso do Solo e do Plano Ambiental, recai sobre esse ente governamental os Planos de Drenagem e de Gestão de Resíduos Sólidos. Ele poderá ainda realizar os Planos de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário e quando não o fizer o Estado deverá efetuar tais planos. É natural que os municípios tenham essa responsabilidade tendo em vista que é a esfera governamental mais próxima da escala de gestão dos serviços de saneamento.

## 2.6. Região Metropolitana do Rio de Janeiro: o caso da Baixada Fluminense

A Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) possui uma população total de 11.835.708 de habitantes (IBGE, 2010) e é composta pelos seguintes municípios: Rio de Janeiro, Niterói, São Gonçalo, Itaboraí, Tanguá, Guapimirim, Itaguaí, Seropédica, Paracambi, Maricá e os nove municípios da Baixada Fluminense: Magé, Duque de Caxias, Nova Iguaçu, Japeri, Queimados, Mesquita, Nilópolis, São João de Meriti e Belford Roxo. A Figura 11 mostra um mapa ilustrando os municípios da RMRJ. Ele foi elaborado pela autora utilizando a ferramenta ArcGis 10.1, sendo as bases de dados do Instituto Estadual do Ambiente (INEA).



Figura 11: Mapa da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

Fonte: Elaboração própria.

A Baixada Fluminense, região que historicamente mais sofre com as inundações e suas consequências. Por ser uma baixada junto à Serra do Mar, ela serve de área de retenção das águas de chuva que descem pelas encostas da serra e se dirigem à Baía de Guanabara. Além disso, contrariando a recomendação de não se urbanizar áreas que historicamente sofrem com inundações, é ainda uma região com intensa ocupação desordenada do solo urbano. Este fator favorece a impermeabilização do solo, o desmatamento, o assoreamento do leito dos rios por causa da ocupação das margens e despejo de resíduos sólidos. Tudo isso mostra a vulnerabilidade da baixada fluminense quanto às enchentes.

Por ser uma região mais sensível com relação às inundações, ela foi contemplada pelo Projeto de Controle de Inundações e Recuperação Ambiental das Bacias dos Rios Iguaçu, Botas e Sarapuí, mais conhecido como Projeto Iguaçu, que teve como objetivo inicial retirar os resíduos que diminuíam a capacidade de escoamento das águas dessa bacia, desocupar e revitalizar as margens dos rios e diminuir as áreas de risco onde várias famílias convivem com as inundações, realizando o remanejamento desses moradores. O projeto ainda está em execução pelo Instituto do Ambiente do Estado do Rio de Janeiro (Inea), realizando ações estruturais em macrodrenagem<sup>2</sup> com o objetivo de melhorar o quadro de enchentes na região. Os municípios beneficiados são: Nova Iguaçu, Belford Roxo, Mesquita, Nilópolis, São João de Meriti, Duque de Caxias e Rio de Janeiro (nos bairros de Senador Camará e Bangu).

A concepção inicial do projeto foi feita em 1996 através do Plano Iguaçu, pela COPPE/UFRJ por uma solicitação do Governo Estadual. Porém o seu início foi em 2007, após ter sido feita uma atualização do mesmo dando origem ao Projeto Iguaçu.

Na Figura 12 podem-se observar algumas imagens das intervenções do Projeto Iguaçu.

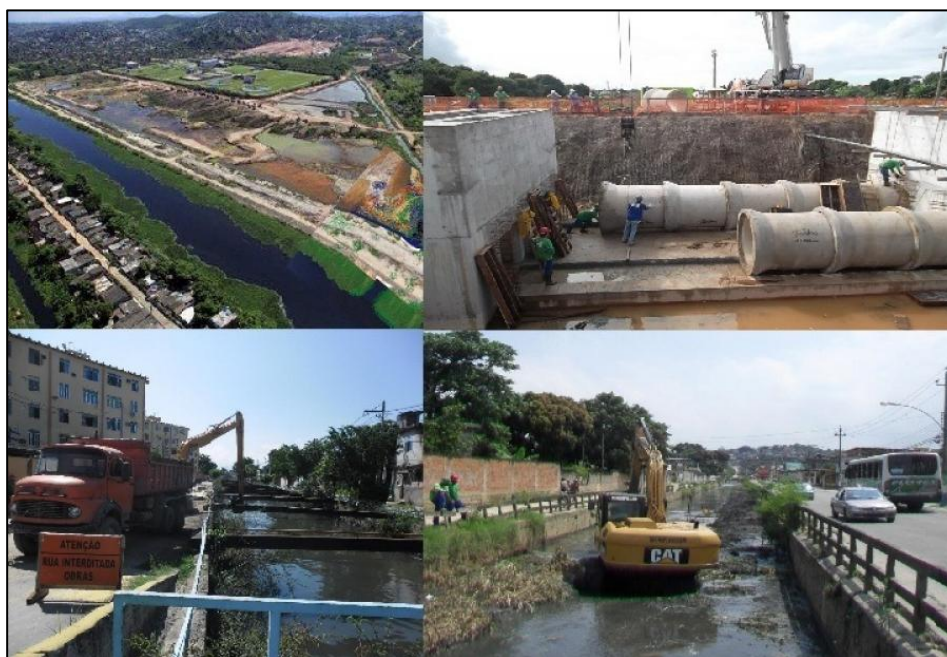


Figura 12: Imagens das intervenções do Projeto Iguaçu.

Fonte: Site do Projeto Iguaçu. Acesso em 24/04/2014.

---

<sup>2</sup> Macrodrenagem: é constituída, em geral, por canais de maiores dimensões. É projetada para cheias cujo período de retorno, ou seja, intervalo de ocorrência de chuvas intensas, deve estar próximo de 25 anos. (FERREIRA, 2013)

Microdrenagem: é composta pelos pavimentos das ruas, guias e sarjetas, bocas de lobo, galerias de águas pluviais e canais de pequenas dimensões. Esse sistema é dimensionado para o escoamento de águas pluviais cuja ocorrência tem período de retorno variando entre 2 e 10 anos. (CETESB, 1986 apud FERREIRA, 2013)

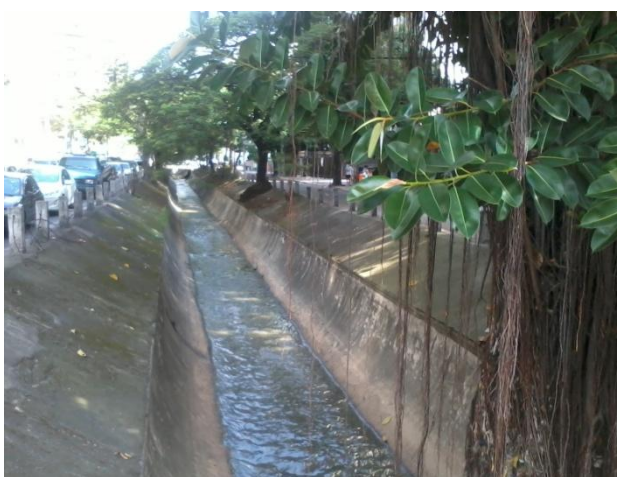
Espera-se que este projeto evite a reincidência de enchentes na época de fortes chuvas causadas pelo acúmulo de resíduos que impedem o escoamento das águas. Nos locais desocupados, para evitar novas invasões, o projeto visa recompor a mata ciliar dos rios e urbanizar o local com a construção de áreas de lazer.

Projetos de macrodrenagem como esse são importantes para se conseguir resultados positivos, pois possuem uma preocupação voltada para toda a bacia hidrográfica. No entanto deve-se investir concomitantemente em saneamento, pois se não houver esse tipo de investimento, os corpos hídricos permanecerão degradados e os resíduos que vierem novamente a ocupar seu leito irão impedir o escoamento adequado das águas fluviais.

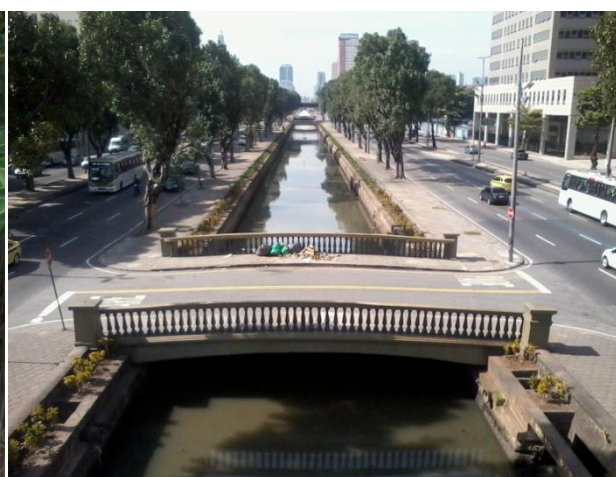
E o investimento em saneamento também deve vir acompanhado do investimento em habitação, pois o déficit habitacional contribui para a ocupação desordenada do solo urbano o que acarreta em lançamento de esgoto inadequado e despejo indevido de resíduos, contribuindo para a degradação dos corpos hídricos.

## 2.7. Município do Rio de Janeiro: a bacia do Rio Acari

Na cidade do Rio de Janeiro pode-se observar facilmente rios bastante degradados devido a falta ou ineficiência dos serviços de saneamento, como é o caso do rio Maracanã, do canal do Mangue na Avenida Presidente Vargas, de um córrego localizado no bairro de Vila Valqueire e de um outro em Marechal Hermes, como ilustra a figura 13.



a) Rio Maracanã.



b) Canal do Mangue.



c) Rio sob a estação de Trem do Bairro de Marechal Hermes.

d) Córrego no Bairro de Vila Valqueire, próximo à Rua Luiz Beltrão.

Figura 13: Alguns rios urbanos do Rio de Janeiro.

Fonte: Acervo próprio.

Um estudo acadêmico elaborado para a bacia urbana do rio Acari, rio também degradado da cidade do Rio de Janeiro (figura 14), mostrou alguns resultados interessantes. Ela está localizada na zona norte da cidade na área de planejamento 3 do município do Rio de Janeiro, que reúne bairros de Pavuna a Madureira e possui uma área de drenagem de cerca de 107 km<sup>2</sup> (figura 15). O rio Acari, juntamente com o rio Pavuna, é formador do rio São João de Meriti, que deságua na Baía de Guanabara. (Amaral *et al*, 2011)



Figura 14: Rio Acari

Fonte: memoria.ebc.com.br Acesso em set. 2014

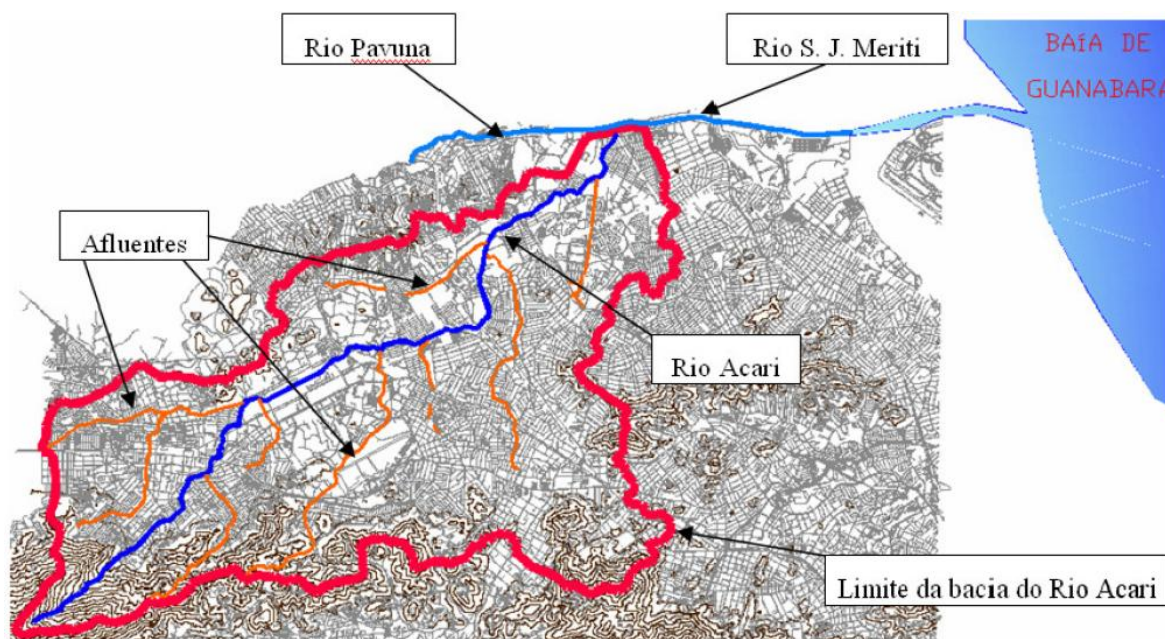


Figura 15: Vista em planta da bacia do rio Acari, com destaque para a rede principal de drenagem.

Fonte: Amaral *et al*, 2011.

Segundo Amaral *et al* (2011), nesse estudo foi utilizado um modelo hidrodinâmico de células de escoamento, MODCEL (Miguez, 2001), para analisar o comportamento do sistema durante a ocorrência de cheias e prever futuros cenários, onde parques urbanos foram propostos como medidas de controle de cheias. Comparando-se a simulação para o comportamento atual da bacia com a situação hipotética em que parques urbanos foram introduzidos em vários pontos da mesma, a mancha de inundação para chuvas de um mesmo período de retorno foi reduzida. Para algumas áreas o pico de cheia foi amortecido em mais de 1 metro no nível de água e para outras áreas o rio passa a não extravasar com a ocorrência da mesma chuva no local.

No entanto, ainda segundo Amaral *et al* (2011), as áreas disponíveis na bacia urbana do Acari para intervenções são escassas, há inúmeros problemas sócio-econômicos, o que torna o processo de revitalização bastante complexo, pois envolve a necessidade de disposição de grandes faixas de áreas ribeirinhas, de forma a dar espaço para que o rio recupere seu traçado e áreas de alagamento. Entretanto, mesmo que essas áreas ribeirinhas fossem recuperadas, para as condições naturais do rio, com as modificações que a bacia sofreu ao longo do tempo, inundações ainda aconteceriam. Assim, o espaço que seria necessário para o rio recuperar seu funcionamento, hoje, é maior do que o original.

Portanto, nesse caso, ações na bacia precisam ser consideradas para diminuição da impermeabilidade e resgate de retenções superficiais, com o uso de reservatórios, além da implantação de parques fluviais.

De acordo com a Empresa Olímpica Municipal (EOM), em julho de 2013 iniciou-se obras de canalização de 2,8 km do rio entre a Avenida Brasil e a rua Luiz Coutinho Cavalcanti, em Guadalupe. A intervenção também previa a construção de parques e faixa de ciclovia, além de uma quadra de esportes, equipamentos de recreação infantil e atividades de educação ambiental.

Estas intervenções não significam uma revitalização da área, no entanto percebe-se que o poder público tem tomado algumas medidas para minimizar a problemática de enchentes e degradação ambiental desse curso d'água. No entanto, se não houver um forte comprometimento em realizar o saneamento de forma adequada na bacia hidrográfica, com o tempo o investimento realizado poderá ser em parte perdido e o rio e seu entorno voltarem a ser deteriorados.

### **3. OS CASOS DOS RIOS CARIOCA (RJ) E TIETÊ (SP)**

O Rio Carioca foi escolhido para uma análise mais detalhada devido a sua importância histórica para a capital fluminense. Além disso, ele está localizado em uma área de intensa urbanização na zona sul do Rio de Janeiro, está degradado e muitos trechos não são vistos por estarem canalizados embaixo das vias públicas.

O Rio Tietê, por sua vez, foi escolhido na cidade de São Paulo pela sua grande extensão que corta a cidade brasileira mais populosa. Ele também é margeado por uma das principais avenidas da cidade, a Marginal Tietê.

#### **3.1. Rio Carioca**

O rio carioca possui uma forte relação com a identidade da capital fluminense. Isto porque historicamente foi importante para a fundação do Rio de Janeiro, pois a urbanização do município se iniciou em suas margens, sendo palco de disputas pelo aproveitamento de suas águas e pela conquista das terras a ele contíguas (DIAS, 2003). Além disso, ao longo do tempo o seu nome foi adotado também para designar aqueles que nascem na cidade.

Além dos naturais do Rio de Janeiro levarem o nome do rio, ele também deu nome ao Aqueduto da Carioca, atual Arcos da Lapa, e ao Chafariz da Carioca, abastecidos no passado com as águas desse rio. Para chegar ao chafariz, as águas do rio eram captadas no Morro de Santa Teresa e então levadas através do aqueduto ao Morro de Santo Antônio, depois eram dirigidas até o chafariz.

A Figura 16 traz uma ilustração do Aqueduto da Carioca, reprodução dos painéis de Leandro Joaquim, do final do século XVIII, ainda com a Lagoa do Boqueirão à sua frente que depois de sucessivos aterros deu lugar ao Jardim do Passeio Público (1779 – 1783). Segundo Dias (2003), a partir de 1896 o Aqueduto passa a ser utilizado como viaduto para a passagem de Bondes.





Figura 16: Lagoa do Boqueirão e Aqueduto da Carioca (hoje Arcos da Lapa).

Fonte: Coaracy, 1965.

A Figura 17 mostra o Chafariz da Carioca nos dias atuais. Hoje ele já não recebe mais as águas do Rio Carioca e aparenta estar sem manutenção, acumulando água parada e podendo servir de criadouro de mosquitos.



Figura 17: Chafariz da Carioca desativado.

Fonte: O Globo online. Acesso em 28/04/2014.

A Bacia do Carioca está ilustrada através da Figura 18. O mapa dessa figura foi elaborado com o auxílio da ferramenta ArcGis, tendo como fonte de bases o Instituto Pereira Passos através do portal do Armazém de Dados > Basegeo web. Através da observação do

mapa, pode-se perceber que a cabeceira da bacia, onde se localizam as nascentes do rio Carioca, está localizada no bairro do Alto da Boa Vista, bairro que faz parte do Maciço da Tijuca. A região média da bacia abrange os bairros de Santa Tereza, Cosme Velho e Laranjeiras e já na região mais baixa da bacia encontram-se os bairros do Catete e Flamengo.

Na verdade a bacia do Carioca é uma pequena sub-bacia da Baía de Guanabara com aproximadamente 8 km<sup>2</sup> de área e uma vazão total medida em tempo seco de 575 L/s (DIAS, 2003). Segundo SCHLEE (2003), essa bacia ilustra a diversidade ambiental que caracteriza a cidade do Rio de Janeiro. As transformações sofridas pelo Rio Carioca ao longo do tempo refletem claramente a tensão entre cultura e natureza que a cidade apresenta. Atualmente, muitos não conhecem esse rio, pois além de estar degradado como tantos outros rios da cidade, grande parte dele não pode ser vista por estar embaixo das vias públicas.

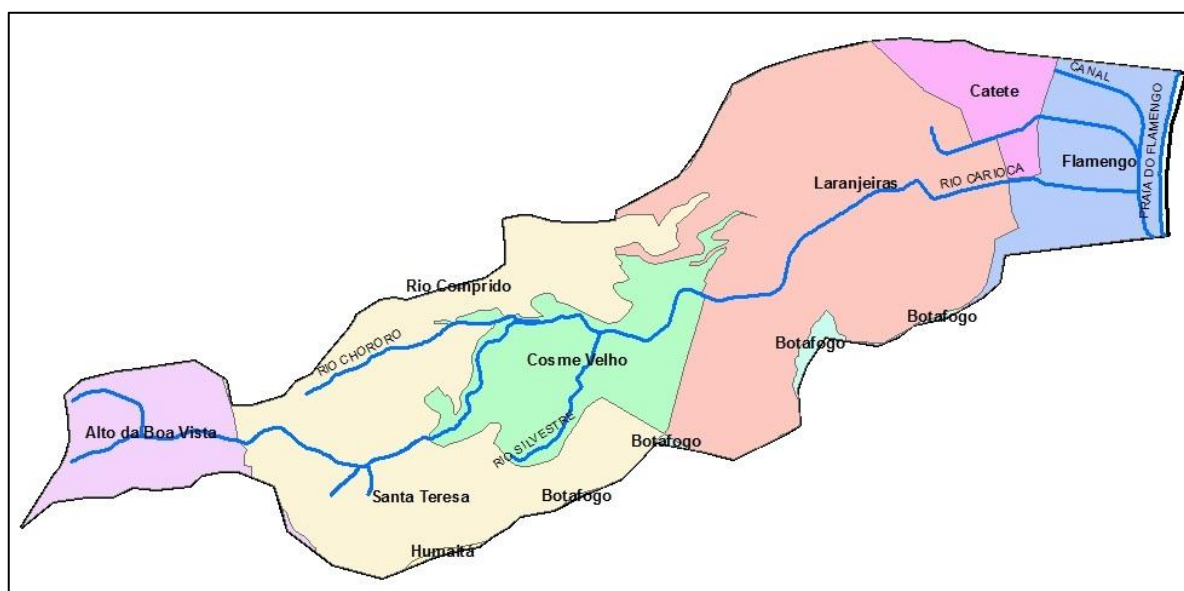


Figura 18: Bacia Hidrográfica do Rio Carioca.

Fonte: Elaboração Própria.

Esse rio tem sua nascente no Maciço da Tijuca, onde possui vários pequenos riachos que convergem para formar outro pequeno rio, que desce pelo antigo Vale das Laranjeiras, descendo a atual Rua Cosme Velho e Rua das Laranjeiras. Nessa altura ele se dividia em dois ramos um deles chegava pelo bairro do Catete e formava uma lagoa, que foi aterrada e onde hoje existe o Largo do Machado, e depois circundava o Morro da Glória, até lançar-se ao mar.

Outro ramo do Rio seguia pelas ruas Conde de Baependi e Barão do Flamengo. Anexa à junção das duas ruas, hoje, existe a Praça José de Alencar. Estes dois ramos do Rio formavam

o delta do Rio Carioca. A Figura 19 mostra um mapa, tendo como fonte de bases o Instituto Pereira Passos através do portal do Armazém de Dados > Basegeo web.

Esse mapa mostra a bacia hidrográfica do Rio Carioca com os bairros, hidrografia e logradouros. Pode-se perceber que desde a região média da bacia no bairro do Cosme Velho até sua foz no bairro do Flamengo, o rio encontra-se sob as vias públicas, em grande parte sob a Rua das Laranjeiras.

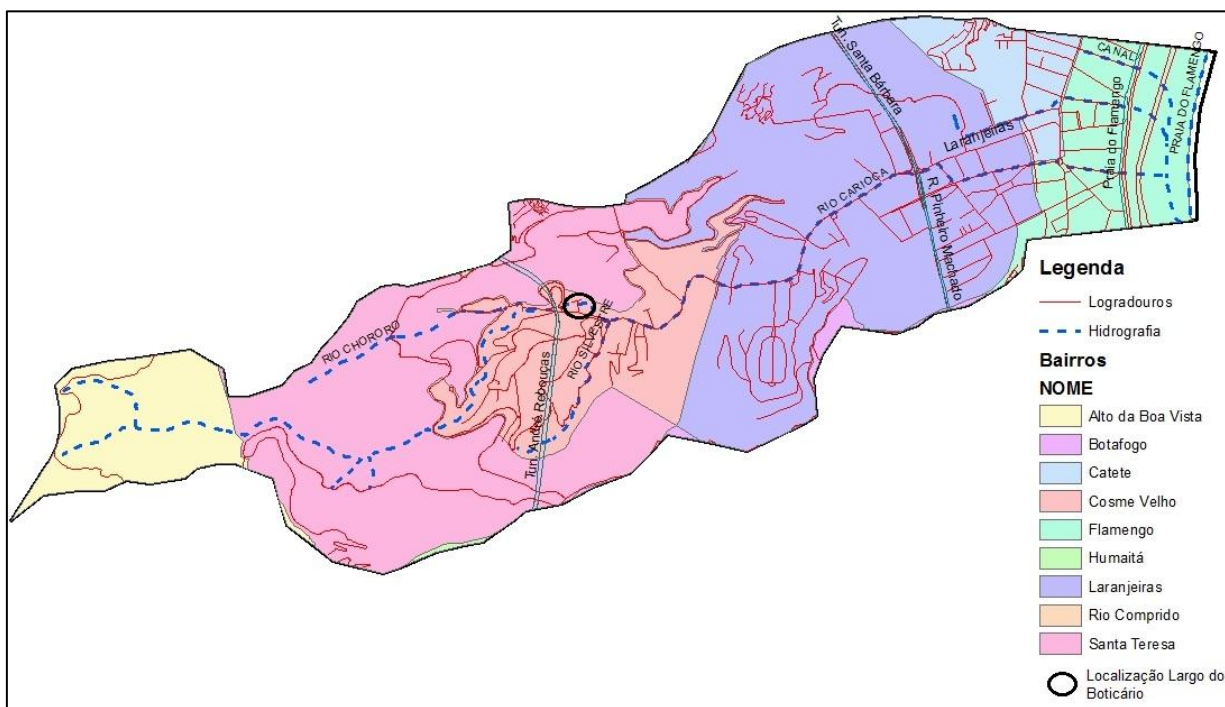


Figura 19: Bacia Hidrográfica do Carioca com Logradouros.

Fonte: Elaboração Própria.

Atualmente há poucos trechos do rio que podem ser apreciados na cidade. Um deles fica no Largo do Boticário, representado por um círculo preto na Figura 19, localizado no bairro do Cosme Velho. A essa altura o rio se encontra já canalizado, sem a faixa marginal de proteção respeitada, porém ainda com o fundo preservado (Figura 20).



a) Largo do Boticário

b) Trecho do rio na altura do largo.

Figura 20: Largo do Boticário e o Rio Carioca em suas proximidades.

Fonte: a) [www.riodejaneiroaqui.com](http://www.riodejaneiroaqui.com); Acesso em 28/04/2014. b) Dias, 2003.

A Figura 21, mostra o Rio Carioca canalizado entre muretas de concreto em Praça no Cosme Velho. Há uma queda d'água sobre concreto, pois o fundo do Rio foi todo revestido nesse trecho. Esse é o último trecho que pode ser visto do rio até a sua foz, pois a partir desse ponto ele segue canalizado sob as vias pavimentadas até chegar à Baía de Guanabara.



(a) Placa Rio Carioca.

(b) Interior das muretas por onde corre o rio.

Figura 21: Rio Carioca na altura da Praça no Cosme Velho.

Fonte: [www.riodejaneiroaqui.com](http://www.riodejaneiroaqui.com). Acesso em 25/04/2014

Na Figura 22, pode-se perceber o curso inferior do rio, ou seja, seu trajeto final, marcado em azul, que desce sob as Ruas Conde de Baependi e Barão do Flamengo após ter sido canalizado. Antes das intervenções urbanísticas no local, ele desaguava em frente à Rua

Barão do Flamengo. Com intuito de despoujar a praia do Flamengo, cuja faixa de areia foi feita na época da construção do Aterro do Flamengo, o Rio foi novamente desviado para um canal artificial. Antes de chegar ao encontro das águas da baía, uma pequena parte de seu percurso é feita a céu aberto, onde existe a UTR e depois o percurso é novamente coberto por algumas centenas de metros até desaguar.



Figura 22: Trajeto final do Rio Carioca.

Fonte: [www.riodejaneiroaqui.com](http://www.riodejaneiroaqui.com). Acesso em 25/04/2014.

A Figura 23 mostra uma vista aérea do trecho de rio com a Unidade de Tratamento de Rio e a Figura 24 mostra duas estruturas da UTR.



Figura 23: Vista de satélite de uma porção do Rio Carioca com sua UTR.

Fonte: *Google Maps*. Acesso em 28/04/2014.



(a) Estrutura de Gradeamento.



(b) Microaeração da massa líquida

Figura 24: Unidade de Tratamento do Rio – UTR Rio Carioca.

Fonte: DIAS, 2003.

A Figura 25 mostra o último trecho que pode ser visto do Rio Carioca já em contato com a Baía de Guanabara.



Figura 25: Deságue do rio carioca na Baía de Guanabara.

Fonte: DIAS, 2003.

Pode-se observar que o Rio Carioca em um primeiro momento de ocupação antrópica de sua bacia desempenhou um papel importante no abastecimento de água potável da população. Conforme a urbanização foi se intensificando e as suas águas já não eram mais utilizadas para o abastecimento, escondeu-se completamente o rio dos olhos de quem ali passava. Certamente há um despejo histórico irregular de esgotos em suas águas, pois se

assim não fosse não haveria a necessidade de implantar uma UTR que, nada mais é que uma Estação de Tratamento de Esgotos adaptada ao leito de um rio.

Quando esse rio chega a sua foz, encontra-se tão degradado de forma a contribuir com a poluição da Baía de Guanabara, que os gestores então optaram por duas soluções paliativas que não contribuem com a revitalização desse rio, nem com a melhora da qualidade de vida da população que o rodeia, mas talvez minimizem a piora da qualidade das águas da praia do Flamengo e, conseqüentemente, da Baía de Guanabara. Optaram por implantar a UTR e por desviar o seu deságue para além da praia do Flamengo. Observa-se que essas são soluções não pensadas de forma sistêmica e desvinculadas do contexto da bacia hidrográfica.

Sob a luz da legislação que determina a preservação da faixa marginal de proteção, torna-se ilusório falar em área de preservação permanente nesse caso, pois não só as margens estão regularmente ocupadas como o próprio rio também está ocupado formalmente por um eixo viário importante para a dinâmica atual da cidade.

É importante sempre averiguar as alternativas viáveis para cada caso de rio urbano. Nesse caso poderia ser feita uma investigação de lançamentos irregulares de esgoto no rio e o seu encaminhamento para a rede de coleta adequada. A rede de drenagem também deve ser monitorada quanto aos níveis de poluentes.

### **3.1.1. Unidades de tratamento de Rios – UTRs**

A UTR do Rio Carioca é um exemplo de uma das unidades de tratamento de rios instaladas na cidade do Rio de Janeiro. Elas são parecidas com estações de tratamento de esgotos, sendo essas instaladas no leito do rio com o objetivo de tratar a água que escoar de montante para jusante. Elas são localizadas próximas a foz do rio para que as águas que serão escoadas para uma baía, lagoa, lago ou mar não contribuam ainda mais para o aumento da poluição desses outros corpos hídricos cuja despoluição é ainda mais complexa.

No Rio de Janeiro é empregada a tecnologia *flotflux* na UTR do Rio Carioca e na UTR de São Conrado (capacidade para 300 l/s). Essa última foi implantada para melhorar a condição de balneabilidade da praia de São Conrado, eliminando uma “língua negra” que havia na praia, pois não havia interesse por parte do poder público de se fazer o esgotamento sanitário de assentamentos humanos de baixa renda do bairro.

Ainda sob a responsabilidade da Prefeitura, foi implantada a UTR do rio Arroio Fundo (Figura 26) em Jacarepaguá, com capacidade para 1.800 l/s.



Figura 26: Unidade de Tratamento de Rio U.T.R. Arroio Fundo

Fonte: <http://www.dtengenharia.com.br/estacoes-de-tratamento/u-t-r-flotflux>. Acesso em 11/04/2014.

As Unidades de Tratamento de Rio são uma solução paliativa da problemática de degradação ambiental dos rios urbanos. Isto porque uma grande parte do rio continua em péssimas condições sanitárias e ambientais e só no último trecho após a UTR é que essas condições melhoram, mas ainda assim podem não ser as ideais. Veicula-se na mídia que essa é a solução para a despoluição da Baía de Guanabara, no entanto a implantação de UTR's tem um objetivo puramente estético voltado para melhorar o espelho d'água da baía de Guanabara quando da realização das olimpíadas em 2016.

Torna-se preocupante a implantação dessas UTRs quando única medida tomada. É preciso que os gestores públicos ajam nas causas dessa degradação ambiental, que são o lançamento de esgoto por parte das habitações informais que não possuem esgotamento sanitário e das habitações formais que possuem ligações clandestinas de esgoto com a rede de drenagem pluvial, ou seja, a baixa cobertura pela rede do sistema separador absoluto de esgotamento sanitário e, ainda que exista, a falta de tratamento adequada aos esgotos. Soma-se a esses fatores também o lançamento de resíduos sólidos nos corpos hídricos e o escoamento de águas pluviais da superfície urbana.



### 3.2. Rio Tietê

Segundo Brocaneli (2007), o Rio Tietê tem sua principal nascente no município de Salesópolis (SP), a 150 km da capital paulistana. Esse rio faz um percurso de aproximadamente 1.090 km até desaguar no Rio Paraná no município de Itapura (SP), divisa com o Estado do Mato Grosso do Sul. Ao contrário do comum aos rios, ele não segue em direção ao litoral, pois não consegue vencer a Serra do Mar, então atravessa a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e segue para o interior do Estado. A Figura 27 traz um mapa com o percurso do rio desde a sua nascente até a sua foz.



Figura 27: Mapa com percurso do Rio Tietê e suas sub-bacias.

Fonte: CARRELLA, 2010.

Como pode ser observada na figura 23, a bacia hidrográfica do Tietê atravessa todo o Estado de São Paulo. Sua bacia compreende seis sub-bacias hidrográficas, são elas: Alto Tietê, Médio Tietê, Piracicaba / Jundiá, Tietê / Jacaré, Tietê/Batalha e Baixo Tietê. A RMSP está inserida na sub-bacia do Alto Tietê, onde será feita uma análise mais detalhada da situação do rio.

Segundo o Plano da Bacia do Alto Tietê (2009), somente essa sub-bacia possui uma área de aproximadamente 5.720 km<sup>2</sup>, cerca de 700 vezes maior que a bacia do Rio Carioca, sendo considerada a montante da barragem de Pirapora, incluindo a bacia integral do rio Pinheiros e as sub-bacias dos reservatórios de Billings e Guarapiranga.

A nascente do Tietê (Figura 28) possui importância histórica e econômica relacionada às conquistas territoriais, realizadas pelos Bandeirantes que desbravavam os sertões, fundando povoados e cidades ao longo dos rios. Ela está localizada em área adquirida pelo estado e apresenta infraestrutura simples, no entanto adequada para receber visitação (BROCANELI, 2007).



Fonte: MEDAGLIA, 2009.

Fonte: BROCANELI, 2007.

Figura 28: Nascente do Rio Tietê.

A área da nascente pertence ao Parque Nascentes do Tietê que é administrado pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE, órgão subordinado à Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. Ele foi inaugurado em 1996 e possui uma área de aproximadamente 1,34 milhão de metros quadrados e recebe cerca de 2 mil visitantes por mês.

Segundo o DAEE, o lançamento de esgotos industriais inicia-se na cidade de Mogi das Cruzes, a 45 km da nascente. Na zona metropolitana o rio encontra o maior complexo urbano-industrial do país, um de seus trechos mais poluídos, a foz do Tamanduateí.

Seguindo cerca de 150 km, o rio aproxima-se da área urbanizada da cidade de São Paulo, onde há um trecho do Parque Ecológico do Tietê - PET (Figura 29). Este Parque demonstra a possibilidade de desenvolvimento de espaços verdes em meio à malha urbana, aliados à preservação dos recursos hídricos, à preservação da paisagem natural e resguardando a identidade e a memória ambiental da região (BROCANELI, 2007).

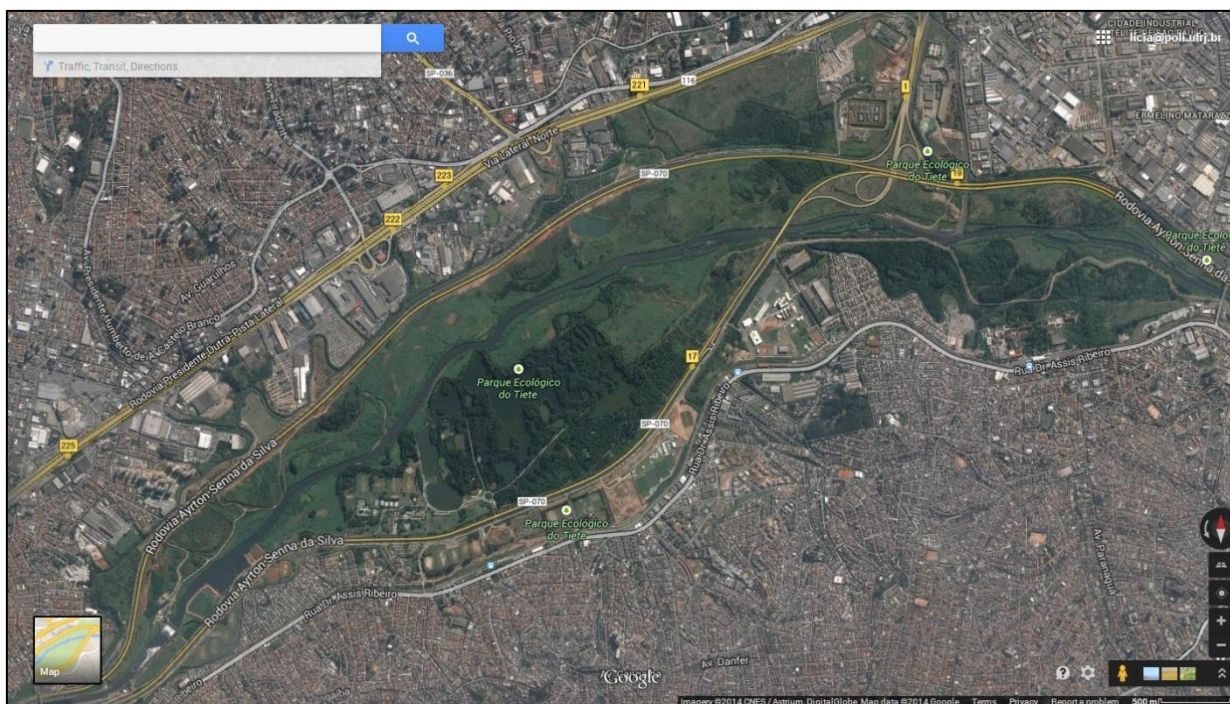


Figura 29: Parque Ecológico do Tietê (PET).

Fonte: *Google Maps* (2014).

Esse tipo de área de preservação desempenha diversas funções, entre elas: amenização da ilha de calor urbana, zona de inundação do rio em período de cheia, preservação dos recursos hídricos e do ecossistema fluvial e área de lazer, contemplação e prática de esportes. Desta forma ela contribui para o incremento da qualidade de vida da população ao seu redor.

O PET é administrado pelo DAEE desde 1982, ano de sua inauguração. Ele tem aproximadamente 15,6 milhões de metros quadrados e é dividido em três núcleos de lazer. A maior parte pertence ao Núcleo Engenheiro Gulart, mas há também o Núcleo Vila Jacuí e Núcleo Ilha do Tamboré. Sua área é equivalente a 5 (cinco) *Central Parks* (Nova Iorque - EUA), ou 11 (onze) Ibirapueras (SP) (DAEE, 2014). O Parque oferece opções de lazer como pista de atletismo, trilhas, ciclovia e aluguel de bicicletas, quadras de futsal, quadras poliesportivas e campos de futebol, além de campo de beisebol, piscinas, playground, academia, palco ao ar livre, teatro de arena, anfiteatro, quiosques com churrasqueira, lago com pedalinho, passeio de trenzinho e triciclos, restaurante e lanchonetes. A Figura 30 mostra uma dessas opções de lazer.



Figura 30: Interior do Parque Ecológico do Tietê – Núcleo Engenheiro Gulart.

Fonte: DAEE, 2014.

Em 2011 teve início o projeto do Parque Várzeas do Tietê que tem por objetivo unir o Parque Nascentes do Tietê com o PET. Quando concluído, prazo estimado para 2020, ele será o maior parque linear do mundo com 75 km de extensão e 107 km<sup>2</sup>, ou seja, 107.000.000 m<sup>2</sup> de área. Ele irá abranger os municípios de São Paulo, Guarulhos, Itaquaquecetuba, Poá, Suzano, Mogi das Cruzes, Biritiba Mirim e Salesópolis, contribuindo para o aumento da qualidade de vida da população desses municípios. Uma medida importante é a remoção da ocupação das áreas de preservação permanente na faixa marginal de proteção do rio o que, além de devolver ao rio seu leito maior, também irá retirar as famílias das zonas de inundação.

No trecho que corta a Região Metropolitana de São Paulo, o rio Tietê encontra-se degradado pelo lançamento de esgotos, efluentes industriais e despejo de resíduos sólidos, além de ter sido canalizado e em suas margens ao invés de haver a faixa marginal de proteção resguardada com a vegetação ciliar, há uma das principais avenidas da cidade de São Paulo, a Marginal Tietê. A Figura 31 apresenta uma imagem do rio com essa avenida ao fundo, em que pode-se perceber visualmente a degradação do rio.



Figura 31: Rio Tietê em São Paulo em 2012.

Fonte: [www.tocadacotia.com](http://www.tocadacotia.com). Acesso em 30/04/2014.

A seguir trecho do livro “Tietê: um rio de várias faces” de Thiago Medaglia e Valdemir Cunha:

“O Tietê não é mais um rio. É um canal de engenharia.” Há cinco anos, ouvi essa frase dita pelo engenheiro Henry Dantas Strong, então assistente de projetos do Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo (DAEE). Desde aquela época, passar de carro pela Marginal Tietê – a mesma a tomar emprestado do rio o nome e a lhe roubar a poesia – tem sido para mim um tormento alheio ao trânsito insuportável. Não seria diferente agora. Pelo vidro entreaberto do carro, a caminho da nascente do Tietê, em Salesópolis, cidade a 110 quilômetros da capital, sinto o mau cheiro de sempre e acompanho de soslaio o feioso leito escuro à esquerda. Mas o incômodo maior vem de dentro. Não é mais um rio? É como dar por acaso na página de óbitos do jornal e constatar ali o nome de uma pessoa querida. Ninguém quer aceitar uma notícia dessas.”

Esse relato nos traz para a reflexão sobre o que a engenharia, ou a urbanização fora de uma preocupação sistêmica, tem feito dos rios que cruzam as cidades brasileiras. O “mal cheiro”, “um feioso leito escuro”, isso é o que as pessoas não desejam sentir ou ver. Isso afasta qualquer possibilidade de integração da população com os rios urbanos.

Os principais afluentes do Tietê na malha urbana são os rios Tamanduateí (Figura 32), a montante, e Pinheiros (Figura 33), a jusante. Ambos já deságuam no Tietê com sua qualidade comprometida. Importante observar que qualquer programa de despoluição ou recuperação de um rio precisa levar em consideração toda a bacia hidrográfica em questão. Isto porque muito pouco adiantaria e poderia ser um investimento sem muito proveito se fosse

focado apenas na erradicação do lançamento de lixo e esgotos no rio Tietê se seus afluentes continuarem carregando esses tipos de resíduos.



(a) Rio Tamanduateí  
Fonte: [www.naturezabrasileira.com.br](http://www.naturezabrasileira.com.br). Acesso em 02/06/2014

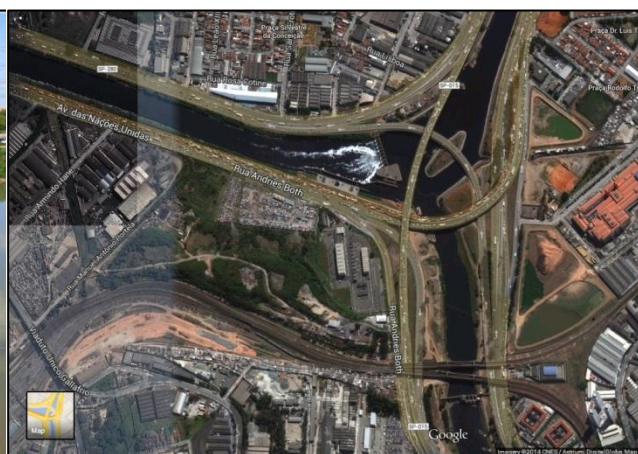


(b) Foz do rio Tamanduateí em encontro com o Tietê  
Fonte: *Google Maps* (2014)

Figura 32: Ria Tamanduateí – afluente do Tietê.



(a) Rio Pinheiros.  
Fonte: <http://habitatcais.com.br/palestras/stela.pdf>. Acesso em jun. 2013



(b) Encontro do Rio Pinheiros com o Tietê  
Fonte: *Google Maps* (2014)

Figura 33: Rio Pinheiros – afluente do Tietê.

Mais uma vez há de se questionar a aplicabilidade da Legislação num caso como esse. Aliar preservação ambiental, o respeito pela dinâmica da cidade, cumprimento de leis e a sustentabilidade financeira para uma modificação nesse quadro visando a melhoria da qualidade ambiental do rio e da qualidade de vida da população, é um desafio. Esses tipos de casos não podem ser analisados apenas sob um aspecto, pois há uma complexa rede de

situações que o envolvem como, por exemplo, a mobilidade urbana, uso e ocupação do solo, habitação e meio ambiente além da viabilidade financeira para possíveis intervenções.

### **3.3. Considerações sobre o Rio Carioca e o Rio Tietê**

Comparando-se as dimensões das bacias hidrográficas do Rio Carioca, 8 km<sup>2</sup>, e do Rio Tietê, cuja área da sub-bacia do Alto Tietê é de aproximadamente 5.720 km<sup>2</sup>, pode-se perceber que, em ordem de grandeza, a área de contribuição hidrológica do Carioca é cerca de 1000 vezes menor que a área do Alto Tietê. Essa diferença também remete à diversidade da escala dos problemas de cada bacia.

O Tietê recebe também efluentes industriais além de esgotos domésticos e do escoamento superficial de águas pluviais contaminadas pela superfície urbana. A bacia do rio Carioca é predominantemente residencial e já não recebe contribuições de efluentes industriais de grande porte, mas podem ocorrer despejos dessa categoria de pequenas fontes que também são significativas, como efluentes provenientes de postos de gasolina, lavanderias, etc.

Os diferentes tipos de uso e ocupação do solo de uma bacia hidrográfica irão direcionar os esforços que serão necessários para que a sociedade tenha o rio que deseja. Geralmente em uma bacia urbana tem-se uma ocupação principalmente residencial, no entanto há de se verificar se a montante da bacia existem lançamentos de efluentes industriais.

Considerando-se que bacia do Rio Tietê possui dimensões muito superiores às do Rio Carioca, tem-se que as soluções precisam ser pensadas em escalas diferentes. A busca por estas soluções não são objeto deste trabalho, sendo apenas levantados os problemas e algumas possibilidades mitigadoras, mencionadas mais a diante. De qualquer forma o saneamento básico é uma questão fundamental para a preservação dos recursos hídricos superficiais e é uma ação que deve ser comum a todas as bacias hidrográficas.

Sugere-se que em novas áreas de urbanização não sejam repetidas as intervenções feitas nos rios Carioca e Tietê ao longo de suas histórias. A retificação do leito, canalização, ocupação das margens, lançamento de esgotos e lixo, etc. Tudo isso contribui para o assoreamento, perda de qualidade da água, enchentes, além de reduzir as possibilidades de um aproveitamento do rio e suas margens para a promoção da qualidade de vida da população.

## 4. REVITALIZAÇÃO DE RIOS URBANOS: EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS

### 4.1. O caso do Rio Manzanares - Madri / Espanha

O Rio Manzanares, localizado na cidade de Madri na Espanha, teve suas margens profundamente modificadas nos últimos anos. Assim como o rio Tietê que possui uma grande avenida em suas margens, o rio Manzanares era margeado pela rodovia M-30. Esse trecho da rodovia possuía uma extensão de aproximadamente 6 km, correspondente ao arco oeste do rodoanel da cidade. O local era, portanto, pouco atrativo aos pedestres e havia a presença de muitos automóveis. Para transformar essa paisagem, um projeto ousado fez o soterramento da rodovia dando lugar a uma área verde de aproximadamente 50 ha\*, sendo criado o Parque Linear conhecido na cidade como Madrid-Rio com um orçamento de aproximadamente 420 milhões de euros (BARROS, 2011). A Figura 34 mostra um esquema do soterramento da via marginal e o parque na superfície.



Figura 34: Esquema do soterramento da rodovia M-30 e o parque na superfície.

Fonte: BARROS, 2011.

O soterramento da M-30 foi um desafio para a engenharia nos locais de encontro com as fundações das pontes e com o metrô e soluções singulares precisaram ser adotadas para que

---

\* 50 ha = 500.000 m<sup>2</sup>

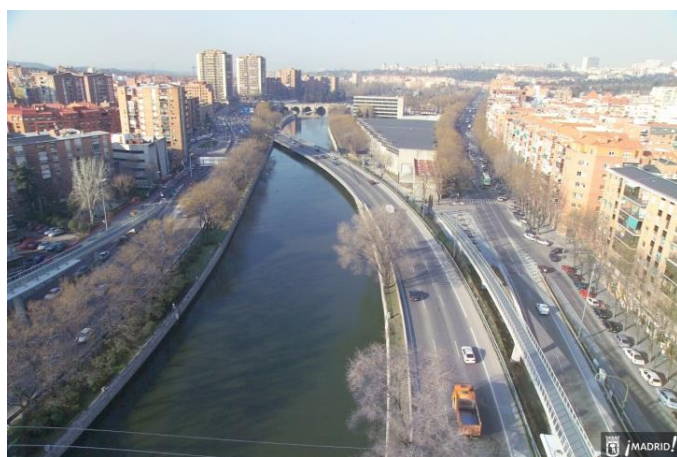


o projeto fosse concluído. Já sobre a superfície dos túneis da M-30, ainda segundo Barros (2011), foi erguido um corredor verde com uma largura média de 30 m e mais de 9 mil unidades de diferentes espécies de pinheiros.

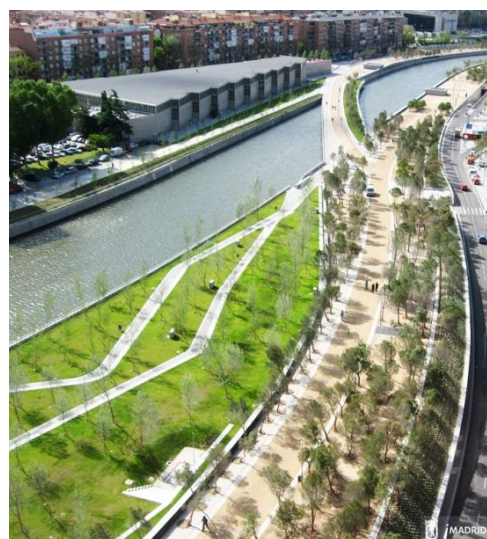
Além dos equipamentos de esporte e lazer que o parque possui, há também uma espécie de “praia”. Local este onde os frequentadores podem se refrescar nas águas do rio. O parque também conta com um sistema de irrigação por gotejamento, automatizado e centralizado em que cada planta recebe a quantidade de água necessária e suficiente para o seu crescimento e manutenção. Esse sistema permite uma redução de 35% no consumo de água. O projeto também reabilitou sete represas ao longo do rio que controlam o regime hidráulico do mesmo, incorporando passagens transversais para pedestres para auxiliar na conexão das duas margens do Manzanares.

Sendo o sistema de esgotamento sanitário em Madri do tipo unitário<sup>3</sup>, a rede antiga estava subdimensionada para a vazão atual, ocorrendo extravasamento em dias de chuva mais intensa. Com isso havia uma descarga de contaminantes no rio nessas ocasiões. Optou-se então por trocar os coletores das margens por outros com capacidade de maior vazão. Outras intervenções também foram feitas ao longo do rio.

As Figura 35 e Figura 36 mostram algumas paisagens de trechos do rio Manzanares antes e depois das intervenções.



Antes



Depois

Figura 35: Ponte Oblicuo antes e depois da remodelação.

Fonte: [www.madrid.es](http://www.madrid.es). Acesso em 02/07/2014.

---

<sup>3</sup> Sistema Unitário: Sistema de coleta de águas pluviais em conjunto com os esgotos sanitários, levando-os juntamente às estações de tratamento de águas residuais.



Figura 36: Trecho do Rio Manzanares depois das intervenções.

Fonte: [www.madrid.es](http://www.madrid.es). Acesso em 02/07/2014.

Com o exposto pode-se perceber que os investimentos para a remodelação urbana em torno do rio Manzanares foram vultosos. Esses investimentos retornam na medida em que há um incremento no turismo local além de contribuir significativamente para a qualidade de vida dos frequentadores de toda a região que o rio ocupa. No entanto, para o caso de ter esse grande projeto como modelo para a implantação em um caso brasileiro, há de se considerar a viabilidade financeira e as particularidades locais.

#### **4.2. O caso do Rio Cheonggyecheon - Seul / Coréia do Sul**

O exemplo da revitalização do rio Cheonggyecheon mostra que é possível reverter um quadro de intensa degradação de um rio urbano para um córrego limpo que passou então a desempenhar um papel relevante na promoção da qualidade de vida da população ao seu redor. Segundo Rowe (2013) a ocupação dessa região data do final do século XIV durante a Dinastia Joeson. Nessa época o córrego era relativamente pequeno e intermitente que corria de leste a oeste pelo centro da capital como um afluente do rio Han, ao sul. Ao longo dessa Dinastia que perdurou até o início do século XX, iniciaram-se os projetos de retificação do córrego com a justificativa de segurança e bem estar público. Dessa forma suas condições

naturais e inundáveis foram se modificando. Durante a ocupação colonial japonesa que foi de 1910 a 1945 essa mesma lógica higienista continuou.

Nessa época ele tornou-se um córrego degradado e, nos trechos onde não haviam sido feitas as obras higienistas, suas margens eram ocupadas por assentamentos precários. Com seu volume de água cada vez mais reduzido, ele foi se tornando um problema de saneamento para Seul. A Figura 37 mostra uma imagem do rio nesse período.



Figura 37: Imagem do Cheonggyecheon em período de degradação ambiental e social.

Fonte: <http://www.ufrgs.br/arroidiluvio/a-bacia-hidrografica/imagens-de-seul>. Data de acesso: 02/07/14.

Durante a república, que se iniciou em 1948, o rio foi coberto, dessa vez com a justificativa de abrir uma via de tráfego de veículos e favorecer o transporte na capital. E em 1958 iniciaram-se as obras que significaram o “sepultamento” do rio. Entre 1967 e 1976 foi construída a Via Expressa Elevada Cheongyecheon (ROWE, 2013). Essa e outras vias podem ter representado o que seria a modernidade e uma significativa entrada à era do automóvel, a partir do golpe militar em 1961.

Em 1976 ele foi completamente tapado e coberto por avenidas. As águas parecem ter secado nessa época e nenhum trecho dele na malha urbana podia ser visto. Os carros então passaram a ocupar a paisagem do seu leito no trecho urbano do rio (Figura 38).



Figura 38: Avenidas sobre o rio Cheong Gye Cheon.

Fonte: [www.arquitetonico.ufsc.br](http://www.arquitetonico.ufsc.br). Data de acesso: 03/07/2014.

Ao final do regime militar e durante a transição para a democracia a via elevada encontrava-se congestionada e necessitando de muitos reparos. Já em 1997 essa via passou a ser restrita para veículos de passeio por medidas de segurança. Dessa maneira, já na década de 90 iniciou-se discussões no sentido de demolir toda a via.

Segundo Giaretta (2011), em 1999 a Câmara Municipal de Seul precisou fechar uma das três artérias rodoviárias da cidade. Com o fechamento da via percebeu-se que os volumes de viagens de carro caíram substancialmente, ao contrário do que se esperava. E isso é um exemplo do Paradoxo Braess, que afirma que: “Removendo o espaço em uma área urbana e diminuindo a capacidade extra dentro de um sistema de rede viária, pode-se diminuir o trânsito de automóveis em geral.”

O prefeito de Seul nesta época começou a fazer uma mobilização no sentido de eliminar a auto-estrada. Até que decidiu-se derrubá-la para revitalizar a área e ajudar a cidade a se tornar uma metrópole moderna e ecologicamente correta como parte de uma grande iniciativa de revitalização urbana. Então a via foi removida e o córrego ressurgiu na superfície urbana, sendo seu entorno transformado em um parque urbano linear de cerca de 5.8 km de extensão, 400 hectares e 80 metros de largura (GIARETTA, 2011).

Em 2002 a prefeitura de Seul iniciou as obras de revitalização do canal com início da demolição dos viadutos e avenidas sobre o rio. As obras foram concluídas em 2005 após vinte e sete meses, ou seja, dois anos e três meses sem nenhum atraso no cronograma previsto e significaram a “ressureição” do rio. Como na Coreia do Sul a estação chuvosa ocorre

principalmente em junho, julho e agosto e havia o interesse de que, com a revitalização da área, o rio também pudesse ser caudaloso nesse trecho durante todo o ano, foi decidido introduzir água artificialmente através de um sistema de bombeamento do lençol freático (NOH, 2010).

A Figura 39 mostra uma ilustração de um corte transversal do rio com o viaduto e a avenida sobre seu leito. Tal modificação urbana em Seul permitiu que a localidade passasse a ser frequentada por moradores e turistas, contribuindo para a promoção da qualidade de vida para os que passaram a usufruir do local como área de lazer, descanso e recreação.



Figura 39: Imagem transversal ilustrativa das construções sobre o rio.

Fonte: mundopossivel.wordpress.com. Data de acesso: 07/07/2014.

Essa transformação em Seul significou melhorias ambientais e paisagísticas, além da aquisição de uma área de conservação histórica e também de uma revitalização econômica para a capital sul coreana. As obras tiveram um custo de 380 milhões de dólares, sendo 8% a mais do que o previsto inicialmente. Elas permitiram a abertura de 20% a mais do espaço em largura para o córrego, tendo sido consideradas cheias de 200 anos de período de retorno.

Toda essa remodelação paisagística incluiu: construção de 22 pontes, instalações de artes públicas, um centro comunitário e caminhos ao lado do rio para pedestres com variadas formas de cruzar o rio e diversos tipos e espécies vegetais ao longo das margens. Os direitos de passagem entre pedestres e veículos também foram reconfiguradas e os pedestres passaram a ser priorizados. A Figura 40 mostra um trecho do rio após a remodelação paisagística. Nesse trecho foram deixados três pilares como símbolo do seu passado recente. O anexo D mostra

uma galeria de fotos da região antes, durante e após as intervenções feitas entre 2002 e 2005 ao longo do trecho urbano do rio Cheonggyecheon.

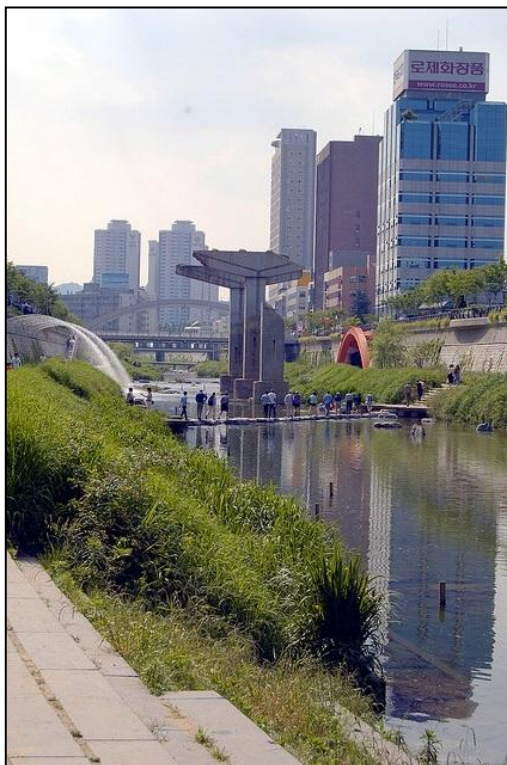


Figura 40: Imagem do leito do rio Cheonggyecheon com três pilares do antigo viaduto.

Fonte: <http://www.arquitetonico.ufsc.br/uma-impresionante-renovacao-urbana-em-seul> Acesso: 03/07/14

Algo importante a ser ressaltado é que o trânsito durante e após as intervenções não piorou. O transporte público foi provido através do metrô, tendo um acréscimo de uso de 2,4%, e por ônibus especial no centro da cidade, além de faixas reversíveis instituídas nas ruas existentes. O uso dos ônibus aumentou em 9,6%. Ainda segundo Rowe (2013), a maioria das pessoas que chegam ao local para visitação utilizam metrô.

Há uma grande aprova o pública com rela o   contribui o do Cheonggyecheon para a qualidade ambiental da cidade. Estima-se que houve uma redu o na temperatura em cerca de 3,6 C na  rea. Houve também uma redu o de 38% das emissões de poluentes e um aumento de 4 para 25 espécies de peixes e de 6 para 36 espécies de aves.

Mais um efeito positivo foi a vida noturna que também passou a existir no local, antes degradado. Ocorreu também uma valoriza o dos imóveis no entorno. Essa valoriza o pode

ser vista como um fator positivo, mas também como um fator negativo, devido a dificuldade de criar novos negócios ao longo de certos trechos do rio.

Uma das críticas ao projeto é que a parte histórica foi pouco explorada, pois houve dificuldade de armazenar alguns artefatos para a apreciação do público. Critica-se também o fato de ter-se mantido o sistema unitário de esgotamento sanitário em detrimento do sistema separador absoluto.

No entanto, quando se contrabalança os custos e benefícios de todo o projeto, não há dúvida de que o saldo é positivo. Toda essa remodelação contribuiu para a qualidade de vida da população residente da região e promoveu o turismo também. Esse exemplo de intervenção mostra que havendo verbas, planejamento, vontade política e mobilização social, a engenharia e arquitetura podem contribuir com soluções inovadoras para esse tipo de intervenção e melhoramento urbanístico e ambiental.

### **4.3. Rios urbanos como promotores de melhoria da qualidade de vida – medidas mitigadoras**

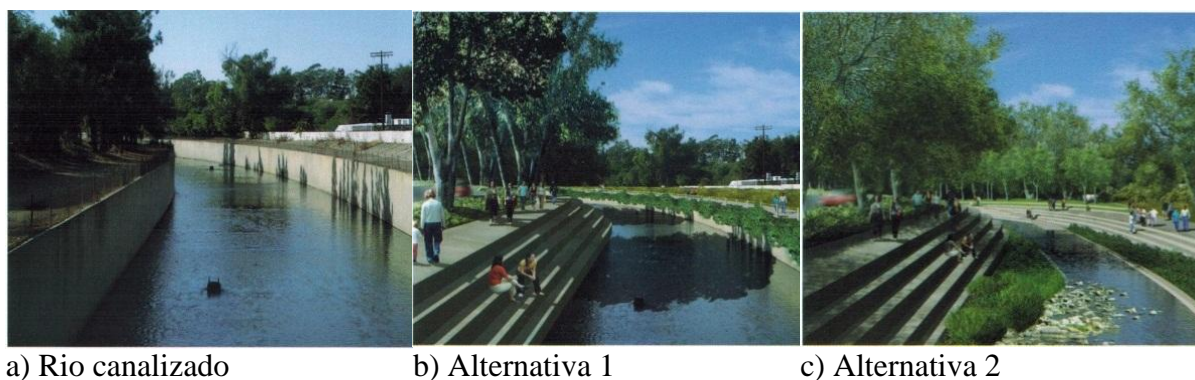
Diversos fatores contribuem para a qualidade de vida de uma população. Segundo a pesquisa realizada pela *Mercer*, consultoria internacional que realiza anualmente uma Pesquisa de Qualidade de Vida, com o objetivo de subsidiar empresas multinacionais e outras organizações a remunerarem adequadamente seus colaboradores quando transferidos para atuarem em diferentes países, em 2012 nenhuma cidade brasileira aparece entre as 100 primeiras colocadas no ranking divulgado. Rio de Janeiro vem em 112º e São Paulo em 115º. Já Madrid, em 2012, ficou em 49º e Seul ficou em 75º, colocações essas melhores que as de Rio de Janeiro e São Paulo.

Os rios urbanos podem contribuir para a promoção da qualidade de vida de uma população desde que sejam tratados como elemento importante da dinâmica da cidade. Quando degradados eles poderiam ser restaurados, que significaria o retorno do rio ao estado anterior ao da urbanização. Esse retorno, na maioria das vezes, pode-se dizer que é muito difícil de acontecer, pois as transformações no leito do rio são tão intensas devido à urbanização, que tê-lo novamente em seu estado natural, mesmo com a disponibilização de vultosos recursos e tecnologia de ponta, seria muito difícil.

O que pode ser viável seria uma revitalização. Essa prática permite que o rio urbano seja readequado ao espaço transformado pela urbanização de maneira que seja um elemento cujo convívio com a sociedade possa ser mais harmonioso. Dessa forma ele não seria mais

uma fonte de problemas como as enchentes recorrentes em áreas de ocupação das suas margens, através do aspecto desagradável ou até mesmo do mal cheiro exalado por suas águas poluídas.

A Figura 41 mostra uma sugestão de tratamento paisagístico nas margens de um rio canalizado. Ao invés de uma margem retificada a 90° (a), uma alternativa seria a colocação de escadas que permitem o acesso das pessoas ao rio (b) e também, como mostra a alternativa 2 (c), o acesso pode ser através de rampas. A vegetação restante nas margens deve ser preservada e complementada através do plantio de espécies locais, além da implantação de jardins floridos que proporcionam uma harmonia paisagística. Calçadas para caminhadas e ciclovias também podem fazer parte deste novo espaço criado às margens dos rios urbanos.



a) Rio canalizado

b) Alternativa 1

c) Alternativa 2

Figura 41: Canal típico retangular e alternativa de modificação paisagística em função da área disponível e características hidrológicas.

Fonte: LARRMP, 2005 *apud* GORSKI, 2008.

Essa transformação paisagística deve acontecer conforme os rios sejam limpos, pois mesmo que suas margens fiquem agradáveis e atrativas, dificilmente esse espaço seria utilizado pelas pessoas se em seu leito corre lixo e uma água fétida. Portanto o saneamento ambiental é um fator fundamental de ser instaurado com cobertura máxima em todas as áreas urbanas para que esses rios possam ser inseridos no contexto das cidades brasileiras como elemento para promoção da melhoria da qualidade de vida da sociedade.

Para que esse objetivo seja atendido é necessário que diversas instituições sejam envolvidas. As prefeituras, órgãos ambientais, academia, concessionárias de saneamento, sociedade civil, etc, precisam estabelecer metas comuns, para além das responsabilidades institucionais. Os comitês de bacia hidrográfica e suas agências podem congrega esses saberes e permitir que sejam aplicados tais tipos de projetos. Conseguir esse estabelecimento de metas comuns de diversas entidades é um grande desafio, mas à medida que a sociedade



passa a se comprometer com o desenvolvimento sustentável das cidades, é necessário enfrentá-lo.

Importante também é sempre haver uma visão de toda a bacia hidrográfica urbana e não somente de um rio, pois caso contrário pode-se incorrer ao risco de se fazer um investimento que posteriormente apresente resultados insatisfatórios ou até mesmo não apresente qualquer resultado. O saneamento então deve ser aplicado em toda a bacia hidrográfica urbana, a mata ciliar sempre deve ser preservada e então se pode escolher os rios em que esse tratamento paisagístico será aplicado.

Em áreas de baixa urbanização, onde a densidade demográfica ainda permite uma intervenção nas margens dos rios de maneira a preservá-las da ocupação irregular, sugere-se a implantação de parques lineares (CARNEIRO, 2008) ao longo dos trechos escolhidos dos corpos hídricos urbanos. A Tabela 8 apresenta três tipos de parques urbanos, ilustrados pela Figura 42, que podem ser implantados com diferentes funções.

Tabela 8: Diferentes parques urbanos e suas funções.

<b>Tipo de Parque</b>	<b>Funcionalidade</b>
a) Parque Urbano Fluvial	Parques longitudinais ao longo de rios, cuja finalidade é a proteção das margens dos cursos d'água, assim como evitar a ocupação irregular destas áreas por população de baixa renda.
b) Parque Urbano Inundável	Parques longitudinais implantados propositalmente em áreas com cotas baixas, de modo a permitir frequentes inundações, que contribuirão para reduzir as cheias ao longo da bacia urbana.
c) Parque Urbano de Preservação Ambiental	Parques de maiores dimensões, planas ou não, com finalidade de preservação e valorização ambiental, visando manter superfícies permeáveis e minimizar a geração de escoamento superficial.

Fonte: Amaral *et al* (2011).

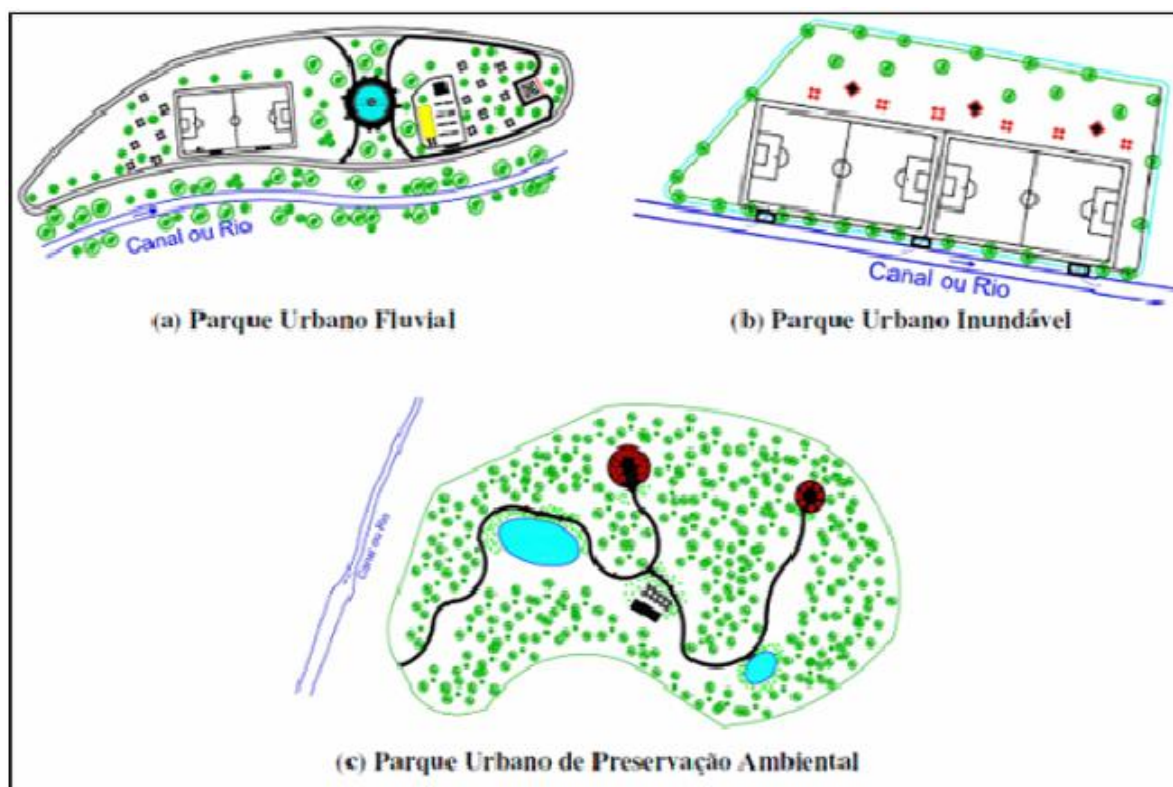


Figura 42: Tipologia de parques urbanos.

Fonte: COPPETEC - Projeto Iguaçu (2009)

A revitalização de rios urbanos torna-se mais complexa por esses cursos d'água apresentarem uma configuração totalmente modificada do seu estado natural, tendo os seus meandros substituídos por trechos retificados, a calha secundária por vias de circulação e ocupações irregulares e as planícies de inundação por bairros inteiros. (Amaral *et al*, 2011).

Segundo Herzog *et al* (2010) *apud* Amaral *et al* (2011), o crescente interesse na revitalização de cursos d'água motiva uma tendência emergente de programas de requalificação de rios em todo o mundo. No entanto, a aplicação destes programas para o caso específico de rios urbanos envolve uma complexidade maior. Os métodos empregados, as lições aprendidas e os resultados dos processos de revitalização de rios em áreas menos alteradas pela ação antrópica, com paisagens rurais ou naturais, não são transferíveis para paisagens muito urbanizadas, onde as superfícies são mais impermeáveis e possuem consideráveis alterações nas características geomorfológicas, hidrológicas e ecológicas da bacia hidrográfica.

O processo de revitalização de rios deve ser discutido de forma particular para áreas urbanas e uma solução de consenso entre paisagem natural e ambiente construído precisa ser encontrada. A implantação de parques urbanos, mesmo que seja uma ação parcial de

revitalização, é importante, pois, permite a difusão de técnicas mais sustentáveis, propicia uma nova percepção da comunidade em relação à existência do rio e contribui para a sua revalorização e reinserção como elemento paisagístico no tecido urbano. (Amaral *et al*, 2011)

Apesar da revitalização não significar a volta a uma paisagem como a original antes da ação antrópica, ela corresponde à inserção dos rios na cidade em conformidade com as necessidades humanas, além de assegurar a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos a partir da paisagem revitalizada. A vitalidade dos rios e áreas ribeirinhas são ingredientes essenciais à saúde e ao bem-estar de toda a população residente na bacia. Assegurar o desenvolvimento urbano da bacia hidrográfica de maneira compatível com os princípios da sustentabilidade, no intuito de se alcançar benefícios sociais, econômicos, culturais e ambientais é um objetivo a ser perseguido e compartilhado por todos os agentes interessados.

Segundo GORSKI (2008), pode-se sintetizar dez recomendações para projetos de revitalização de rios urbanos. Elas são apresentadas na Tabela 9.

Tabela 9: Recomendações para projetos de revitalização de rios urbanos.

Proteger as características funcionais e morfológicas dos rios, evitando estrangulamentos, tamponamentos, canalizações, mantendo a vegetação ciliar e criando um sistema de parques lineares, articulados a um sistema de espaços verdes urbanos;
Valorizar as paisagens fluviais como áreas de proteção e de lazer, incorporando a dimensão estética como um fator relevante do projeto;
Integrar o plano de recuperação de rios urbanos aos planos diretores municipais, engajando a sociedade civil e se articulando a outras esferas de poder;
Inserir o plano na escala da bacia hidrográfica;
Valorizar o patrimônio ambiental, histórico e cultural;
Implantar plano de drenagem urbana e tratamento de resíduos, aplicando as medidas adotadas pelos manuais do LID ou BMP <sup>4</sup> , conhecidas como infra-estrutura verde;
Rever o sistema viário a partir do leito fluvial incorporando um sistema multi-modal e garantir o acesso ao rio assegurando o balanço de uso recreativo e proteção;
Criar oportunidades de trabalho e atividades de uso múltiplo que garantam a vitalidade das áreas de vizinhança;
Criar programas de voluntariado, capacitação e educação ambiental para a população.
Conscientizar políticos, gestores, técnicos e sociedade acerca da importância dos rios e dos elementos ambientais no meio urbano.

Fonte: GORSKI (2008)

As recomendações da tabela 9 possuem três eixos importantes, são eles: preservação das características naturais dos rios (morfologia e vegetação ciliar), integração do plano de revitalização do rio com o plano diretor urbano no contexto da bacia hidrográfica e envolvimento da sociedade civil nas ações de requalificação do rio urbano. Além das ações da tabela 9, pode-se acrescentar a essa lista a conscientização, de todos os envolvidos, do embasamento legal que rege a questão, como a obrigatoriedade da preservação de faixas marginais de proteção ao longo dos rios sejam eles urbanos ou não. E ainda a universalização dos serviços de saneamento para toda a bacia hidrográfica.

<sup>4</sup> LID: *Low Impact Development*.

BMP: *International Stormwater Best Management Practices*.

## 5. CONCLUSÕES

### 5.1. Considerações finais

Os cursos d'água em áreas urbanas devem ser preservados, pois são elementos importantes para cidades e para a qualidade de vida da população. Contudo, os rios urbanos brasileiros encontram-se em um estado crítico do ponto de vista quali-quantitativo. Isto ocorre por haver uma grande demanda pela água em áreas urbanas para atender a população residente e o comprometimento qualitativo devido ao grande volume de carga orgânica lançado nos rios, devido à falta dos serviços de saneamento básico ou este ser insuficiente.

Sendo assim, as cidades precisam buscar água, recurso essencial para a sobrevivência humana, cada vez mais distante dos centros urbanos, já que sua quantidade e qualidade não são suficientes para a demanda da população local. Além disso, o custo, cada vez mais elevado de captação, tratamento e transporte da água, se constitui em um problema que tende a se agravar.

Além das dificuldades de abastecimento de água, grandes centros urbanos podem sofrer com as recorrentes enchentes que acarretam em prejuízos para a qualidade de vida da população, pois há consequências negativas à saúde pública, além de prejuízos materiais públicos e privados. Projetos de macrodrenagem, como o Projeto Iguaçu, que contemplem toda a bacia hidrográfica são fundamentais para minimizar esses alagamentos, no entanto, o mais importante é não urbanizar áreas com histórico de inundações.

Um ponto essencial que deve ser prioridade por parte dos gestores públicos e de toda a sociedade é a universalização dos serviços do saneamento, que contempla: abastecimento de água, esgotamento e tratamento sanitário, gestão de resíduos sólidos e serviços de drenagem urbana. Enquanto o saneamento não for universalizado, haverá rios degradados, pois eles são o destino das águas usadas nas cidades e dos resíduos incorretamente dispostos.

Os sistemas de esgotamento sanitário podem ser do tipo unitário, separador parcial ou absoluto. Cada sistema possui vantagens e desvantagens e devem ser adotados de acordo com as especificidades locais. Um grande problema que ocorre é quando um sistema é adotado, mas na prática ele não é devidamente operado e monitorado e, mesmo havendo rede de coleta de esgoto, os rios recebem lançamentos indevidos.

No entanto, ainda há cidades que não possuem nenhum tipo de coleta ou tratamento dos esgotos, o que afeta diretamente a qualidade dos corpos hídricos inseridos em sua malha urbana. Municípios que possuem cobertura de abastecimento de água potável deveriam

fornecer concomitantemente a rede de coleta e tratamento do esgoto sanitário. Um mecanismo do órgão regulador para que esses dois serviços fossem prestados poderia ser a realização da concessão com a obrigatoriedade de que a mesma concessionária fizesse não só o serviço de abastecimento de água, mas também o de esgotamento sanitário. Desta forma, institui-se uma prática que favorece a qualidade dos recursos hídricos nos municípios.

Uma vez que os rios já estão degradados, uma alternativa, que não deve ser considerada como solução, são as Unidades de Tratamento de Rio (UTR). Estas unidades são na verdade Estações de Tratamento de Esgotos (ETE) adaptadas e implantadas ao leito do rio próximas à sua foz. A UTR é uma solução paliativa para a problemática de degradação ambiental dos rios urbanos, sendo que grande parte do rio continua em péssimas condições sanitárias e ambientais e apenas no último trecho, após a UTR, as condições melhoram, mas, ainda assim, podem não ser as ideais. É preciso que os gestores públicos ajam nas causas dessa degradação ambiental, que são o lançamento nos cursos d'água de esgoto por parte das habitações informais sem coleta e das habitações formais que possuem ligações clandestinas de esgoto com a rede de drenagem, assim como o lançamento de resíduos sólidos nos corpos hídricos e o escoamento de águas pluviais da superfície urbana, e ainda, a falta de tratamento de esgotos quando são devidamente coletados.

No caso do Rio Carioca, exemplo aqui analisado e que foi empregado o sistema de UTR, quando esse rio chega a sua foz, encontra-se muito degradado cooperando para a poluição da Baía de Guanabara. Os gestores optaram então por duas soluções paliativas que não contribuem para uma mínima recuperação de vida do referido rio, nem para a qualidade de vida da população do entorno, mas talvez minimizem a piora da qualidade das águas da praia do Flamengo. Além da implantação da UTR, foi feito um desvio para que o seu deságue ocorresse após a praia do Flamengo. Observa-se que essas são soluções não pensadas de forma sistêmica e desvinculadas do contexto da bacia hidrográfica.

Durante o início da ocupação de sua bacia, o rio Carioca desempenhou um papel importante no abastecimento de água potável da população. No entanto, conforme a urbanização foi se intensificando e com o despejo histórico irregular de esgotos em seu leito, as suas águas já não eram mais propícias para o abastecimento. Ocorreu então a canalização e a cobertura de grande parte do leito do rio, e os cariocas perderam a oportunidade de conviver com esse rio de maneira mais proveitosa, caso ele fosse aberto, não recebesse descarte de efluentes e resíduos e tivesse preservada a vegetação ciliar correspondente à faixa marginal de proteção, trazendo benefícios para a saúde e bem estar da população assim como para o ecossistema fluvial.

Com relação ao outro rio brasileiro apresentado, o Rio Tietê, foi visto o exemplo de uma extensa bacia hidrográfica onde está inserida a maior região metropolitana do Brasil, onde a degradação dos cursos d'água é muito intensa. Um programa que objetive a revitalização bem sucedida de um rio deve contemplar também o saneamento de toda a bacia hidrográfica além da preservação da faixa marginal de proteção de todos os cursos d'água que a compõem. O Rio Tietê possui dois parques importantes, um localizado na região de sua nascente e outro já na região metropolitana de São Paulo. Há um projeto em andamento que visa conectar esses dois parques, transformando a realidade de diversos municípios por onde passará e, quando concretizado, será o maior parque linear do mundo.

A consulta à base legal para intervenção em corpos hídricos e suas margens deve ser prática adotada, principalmente em novas áreas de urbanização, tendo-se o cuidado de não repetir a antiga conduta higienista, quando a preocupação era mais voltada para as questões de saúde pública. A engenharia deve dialogar com diversos saberes para que então sejam feitas as intervenções que a sociedade demanda nos rios urbanos e nas cidades.

A educação ambiental é fundamental para que seja feito um trabalho de reflexão sobre como a população quer se relacionar com seus rios. Abordar questões como preservação dos rios e suas margens, explorar sua função paisagística para lazer e esportes, de forma a inserir os rios urbanos como elementos importantes da cidade de maneira que os cursos d'água possam contribuir para a qualidade de vida da população, é um caminho a ser percorrido.

Iniciativas que promovam uma visão sistêmica da bacia hidrográfica e não somente do rio são importantes para se conseguir resultados positivos a médio e longo prazo, atuando não só nas consequências, mas, principalmente nas causas da problemática da poluição hídrica fluvial. Além de projetos de macrodrenagem e de revitalização, também deve-se considerar a questão da habitação e do saneamento.

A busca por soluções não foi objeto deste trabalho, sendo apenas levantados os problemas e algumas possibilidades mitigadoras através da observação de exemplos de rios urbanos brasileiros, mostrando também algumas experiências internacionais de revitalização. Esses casos mostram que é possível transformar a realidade de rios que se encontravam degradados e encobertos sob a superfície das cidades. Como no caso do rio Chenggyecheon, em Seul, cujas águas secaram e foi completamente coberto por avenidas, não sendo visto em nenhum trecho da malha urbana. Com a obra de revitalização as vias foram removidas, o córrego ressurgiu na superfície urbana e seu entorno foi transformado em parque linear. Tais medidas também proporcionaram uma redução na temperatura do seu entorno, nas emissões de poluentes e no aumento da fauna local.

As intervenções para revitalização envolvem altos custos, vontade política e participação da sociedade. É necessário planejamento e envolvimento de diversas instituições como prefeituras, órgãos ambientais, concessionárias de saneamento, academia, sociedade civil, etc, para que metas comuns sejam estabelecidas, de forma que a população possa ser ouvida e faça parte do processo.

Uma alternativa para a preservação dos rios em novas áreas de urbanização, onde ainda há tempo de intervir em suas margens através do planejamento urbano, seria a construção de Parques Fluviais. Eles funcionam como área de lazer para a população e ainda propiciam a preservação e não ocupação das faixas marginais de proteção. Além disso, permite que o rio ocupe a sua calha maior em época de cheias sem causar grandes danos à população.

Com todo o exposto, percebe-se que ainda não se tem uma maturidade na sociedade brasileira com relação a essas intervenções. É preciso rever prioridades, pois um país que apenas trata 38% dos esgotos sanitários gerados, no entanto gasta vultosos recursos para a construção de equipamentos esportivos como estádios de futebol. Sobretudo, além da universalização dos serviços de saneamento, que deve ser incorporada na agenda política brasileira, em todas as esferas de governo, deve-se ter um cuidado com os rios urbanos, para que eles não sejam fontes de enchentes e transtornos, mas que sejam elementos que contribuam de forma positiva para a rotina das cidades.

## **5.2. Sugestões para trabalhos futuros**

Como sugestão para trabalhos futuros, poderia ser feita a identificação de rios urbanos brasileiros que estejam presentes em áreas de baixa urbanização, onde ainda há tempo de intervir em suas margens, de maneira a propor medidas de incorporá-los como elementos importantes na cidade. Poderia também ser desenvolvida uma metodologia de intervenção em rios urbanos, através do planejamento urbano, de forma a evitar que seu estado chegue à degradação.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: informe 2012**. Ed. Especial. Brasília: ANA, 2012.

ALVA, Eduardo N. 1997. **Metrópoles (In)Sustentáveis**. Rio de Janeiro: Relume-Dumará.

AMARAL, Bruna S., MIGUEZ, Marcelo G., VERÓL, Aline P., CARNEIRO, Paulo Roberto F., **Utilização de parques urbanos no contexto da revitalização da bacia do rio acari e controle de enchentes**. 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre, 2011.

ARZET K. **O Rio Isar: Munique, Alemanha**. Machado A.T.G.M., Lisboa A.H., Alves C.B.M., Lopes D.A., Goulart E.M.A., Lite F.A., Polignano M.V. (Org.) In: Revitalização de rios no mundo: América, Europa e Ásia. Belo Horizonte: Instituto Guaicuy, 2010.

BARROS, Elaine. **Marginal vira túnel na Espanha: após enterrar vias expressas ao longo do rio Manzanares, capital espanhola cria extenso parque linear capaz de integrar bairros e resgatar a história da cidade**. Revista Infraestrutura Urbana. Edição 14 – Dezembro/2011. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/14/marginal-vira-tunel-na-espanha-apos-enterrar-vias-expressas-256211-1.aspx>>. Acesso em jun. 2014.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2012**. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2014.

BROCANELI, Pérola Felipette. **O ressurgimento das águas na paisagem paulistana: fator fundamental para a cidade sustentável**. 2007. 323 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

CARNEIRO, P. R. F. **Controle de Inundações em Bacias Metropolitanas, Considerando a Integração do Planejamento do Uso do Solo à Gestão dos Recursos Hídricos. Estudo de Caso: Bacia dos Rios Iguaçu/Sarapuí na Região Metropolitana do Rio de Janeiro**. Tese de Doutorado apresentada à COPPE/UFRJ para obtenção do título de Doutor em Ciências em Engenharia Civil. Rio de Janeiro, RJ, 2008.

CARRELLA, C.E. **O Rio Tietê: São Paulo, Brasil**. Machado A.T.G.M., Lisboa A.H., Alves C.B.M., Lopes D.A., Goulart E.M.A., Lite F.A. and Polignano M.V. (Org.) In: Revitalização de rios no mundo: América, Europa e Ásia. Belo Horizonte: Instituto Guaicuy, 2010.

CEDAE. **Relatório da administração e demonstrações financeiras 2012**. Rio de Janeiro.

Coaracy, V. (1965) **Memórias da Cidade do Rio de Janeiro**. 2. ed., Rio de Janeiro: José Olympio, p.59-215.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, - **Nosso Futuro Comum**, Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1988.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ. **Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê - Relatório Final**. Volume ¼. FUSP - Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo. São Paulo. 2009.

COPPETEC, Fundação. Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente. **Plano Diretor de Recursos Hídricos, controle de inundações e recuperação ambiental da bacia do rio Iguaçu/Sarapuí - Implantação de medidas não-estruturais na bacia hidrográfica: Sub-bacia do rio Sarapuí.** Relatório R.3.3D. PDIS-RE-010-R0. Fevereiro de 2009. Disponível em: <<http://www.hidro.ufrj.br/novoiguacu/documentos/PDIS-010-RE/PDIS-RE-010.PDF>>. Acesso em ago. 2014.

DIAS, Alexandre Pessoa. **O rio carioca da cidade do Rio de Janeiro, Brasil: da sua história o que preservar?** Rio de Janeiro. 2003. Biblioteca Virtual: Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental. OMS. Organización Panamericana de la Salud. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsAIDIS/PuertoRico29/pessoa.pdf>>. Acesso em jun. 2014.

FERREIRA, Keilla Böehler. **Aplicabilidade de tipos de sistemas urbanos de esgotamento sanitário em função de variáveis climáticas e topográficas.** Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

GIARETTA, Rafael. **Uma impressionante renovação urbana em Seul: Cheonggyecheon já foi um esgoto coberto com concreto e muito Trânsito.** Portal Arquitetônico. UFSC. 2011.

GORSKI, Maria Cecília Barbieri. **Rios e cidades: ruptura e reconciliação.** Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2008.

HILL R. **O Rio Tâmis: Londres, Inglaterra.** Machado A.T.G.M., Lisboa A.H., Alves C.B.M., Lopes D.A., Goulart E.M.A., Lite F.A. and Polignano M.V. (Org.) In: Revitalização de rios no mundo: América, Europa e Ásia. Belo Horizonte: Instituto Guaicuy, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sinopse do Censo Demográfico 2010.**

MEDAGLIA, Thiago. **Tietê : um rio de várias faces** / [texto] Thiago Medaglia e [fotografia] Valdemir Cunha ; [ilustrações Sirio Cançado]. - São Paulo: Horizonte, 2009.

MERCER. **Location Evaluation and Quality-of-Living Reports.** Marsh & McLennan Companies. 2012.

MIGUEZ, M.G. **Modelo Matemático de Células de Escoamento para Bacias Urbanas.** Tese de Doutorado apresentada à COPPE/UFRJ para obtenção do título de Doutor em Ciências em Engenharia Civil. Rio de Janeiro, RJ, 2001.

NOH S.H. **Rio Cheonggyecheon: Seul, Coreia do Sul.** Machado A.T.G.M., Lisboa A.H., Alves C.B.M., Lopes D.A., Goulart E.M.A., Lite F.A. and Polignano M.V. (Org.) In: Revitalização de rios no mundo: América, Europa e Ásia. Belo Horizonte: Instituto Guaicuy, 2010.

PRODANOFF, J. H. A. **Avaliação da Poluição Difusa Gerada por Enxurradas em Meio Urbano.** Tese de Doutorado apresentada à COPPE/UFRJ para obtenção do título de Doutor em Ciências em Engenharia Civil. Rio de Janeiro, RJ, 2005.

**Relatório dos auditores independentes sobre as demonstrações financeiras - CEDAE, Resultados de 2013.**

ROSSI W., BRANCO L. C., LACERDA J. A., GOMES A. C., WAGNER E. M. S., **Fontes de Poluição e o Controle da Degradação Ambiental dos Rios Urbanos em Salvador**. RIGS - Revista Interdisciplinar de Gestão Social. Volume 1, n. 1, p. 61-74. Salvador, 2012.

ROWE, Peter G. CHUNG, Jean. **Os resultados e a história do projeto de restauração do Cheonggyecheon, em Seul, que derrubou uma via expressa elevada e propôs um espaço de lazer em torno ao córrego**. Revista aU – Arquitetura e Urbanismo. Edição 234 - Setembro/2013.

SCHLEE, Mônica Bahia. **Transformações na paisagem e seus efeitos na qualidade ambiental da Bacia do Rio Carioca**. COLEÇÃO ESTUDOS CARIOCAS - IPP/Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. Nº 20030201, 2003.

SILVA, Vanessa Cecília Benavides. **Iniciando no ArcGis**. Apostila da disciplina Sistema de Informações Geográficas. Curso de Geografia e Análise Ambiental. Centro Universitário de Belo Horizonte. Departamento de Ciências Ambientais e da Saúde. Belo Horizonte, 2010.

TSUTIYA, M.T.; ALEM SOBRINHO, P. **Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário**. Escola Politécnica da USP. São Paulo, 1999.

TSUTIYA, M. T., BUENO, R. C. R. **Contribuições de águas pluviais em sistemas de esgoto sanitário no Estado de São Paulo**. 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Campo Grande, 2005.

TUCCI, Carlos E. M. **Urbanização e Recursos Hídricos**. Bicudo, C.E.de M.; Tundisi, J.G.; Scheuenstuhl, M.C.B. (Org.) In: **Águas do Brasil: Análises Estratégicas**. São Paulo. Academia Brasileira de Ciências / Instituto de Botânica. 2010.

## LEGISLAÇÃO

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988: atualizada até a Emenda Constitucional nº 80, de 4 de junho de 2014. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em 28 ago. 2014.

\_\_\_\_\_. Decreto n. 23.793, de 23 de janeiro de 1934. **Institui o Código Florestal Brasileiro**. Diário Oficial da União. Rio de Janeiro. 21 mar. 1935. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1930-1949/D23793.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/D23793.htm)>. Acesso em jul. 2012.

\_\_\_\_\_. Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências**. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 8 jan 2007. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2007-2010/2007/lei/11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2007/lei/11445.htm)>. Acesso em mai. 2014.

\_\_\_\_\_. Lei n. 11.977, de 7 de julho de 2009. **Dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV e a regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas e dá outras providências**. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 8 jul. 2009. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2007-2010/2009/lei/11977.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2009/lei/11977.htm)>. Acesso em jul. 2012.

\_\_\_\_\_. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências.** Diário Oficial da União. Brasília, DF. 28 mai. 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm)>. Acesso em ago. 2012.

\_\_\_\_\_. Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de atividades e condutas lesivas ao meio ambiente e dá outras providências.** Diário Oficial da União. Brasília, DF. 13 fev. 1998. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9605.htm)>. Acesso em set. 2014.

\_\_\_\_\_. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e dá outras providências.** Diário Oficial da União. Brasília, DF. 9 jan. 1997. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm)>. Acesso em set. 2014.

\_\_\_\_\_. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências.** Diário Oficial da União. Brasília, DF. 3 ago. 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm)>. Acesso em set. 2014.

\_\_\_\_\_. Lei n. 4.771, de 15 de setembro de 1965. **Institui o novo Código Florestal Brasileiro.** Diário Oficial da União. Brasília, DF. 16 set. 1965. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/14771.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/14771.htm)>. Acesso em ago. 2012.

\_\_\_\_\_. Lei n. 7.803, de 18 de julho de 1989. **Altera a redação da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e revoga as Leis nºs 6.535, de 15 de junho de 1978, e 7.511, de 7 de julho de 1986.** Diário Oficial da União. Brasília, DF. 20 jul. 1989. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/17803.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/17803.htm)>. Acesso em jul. 2012.

\_\_\_\_\_. Medida Provisória n. 2.166-67, de 24 de agosto de 2001. **Altera os arts. 1º, 4º, 14, 16 e 44, e acresce dispositivos à Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o Código Florestal, bem como altera o art. 10 da Lei nº 9.393, de 19 de dezembro de 1996, que dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural - ITR, e dá outras providências.** Diário Oficial da União. Brasília, DF. 25 ago. 2001. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/mpv/2166-67.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/mpv/2166-67.htm)>. Acesso em ago. 2012.

RIO DE JANEIRO, RJ. Decreto n. 42.356, de 16 de março de 2010. **Dispõe sobre o tratamento e a demarcação das faixas marginais de proteção nos processos de licenciamento ambiental e de emissões de autorizações ambientais no estado do Rio de Janeiro e dá outras providências.** Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 17 mar. 2010. Disponível em <<http://codigoflorestal.files.wordpress.com/2010/03/decreto-rio-de-janeiro-app.pdf>>. Acesso em ago. 2012.

\_\_\_\_\_, RJ. Decreto n. 43.982, de 11 de dezembro de 2012. **Submete a Companhia Estadual de Águas e Esgotos - CEDAE - à fiscalização e regulação de suas atividades por parte da Agência Reguladora de Energia e Saneamento Básico do Estado do Rio de Janeiro - AGENERSA e dá outras providências.** Rio de Janeiro, RJ. 11 dez 2012. Disponível em: <[http://www.agenersa.rj.gov.br/agenersa\\_site/documentos/Legislacoes/43982\\_2012.pdf](http://www.agenersa.rj.gov.br/agenersa_site/documentos/Legislacoes/43982_2012.pdf)>. Acesso em abr. 2014.

\_\_\_\_\_, RJ. Decreto n. 41.628, de 12 de janeiro de 2009. **Estabelece a estrutura organizacional do Instituto Estadual do Ambiente – INEA.** Rio de Janeiro, RJ. 12 jan. 2009. Disponível em: < [http://download.rj.gov.br/documentos/10112/1951886/DLFE-67154.pdf/Decreton41.628de12\\_01\\_2009.pdf](http://download.rj.gov.br/documentos/10112/1951886/DLFE-67154.pdf/Decreton41.628de12_01_2009.pdf)>. Acesso em ago. 2014.

\_\_\_\_\_, RJ. Lei n. 4.556, de 6 de junho de 2005. **Cria, estrutura, dispõe sobre o funcionamento da Agência Reguladora de Energia e Saneamento Básico do Estado do Rio de Janeiro - AGENERSA, e dá outras providências.** Disponível em: < [http://www.agenersa.rj.gov.br/agenersa\\_site/index.php?option=com\\_content&view=article&id=102&Itemid=106](http://www.agenersa.rj.gov.br/agenersa_site/index.php?option=com_content&view=article&id=102&Itemid=106)>. Acesso em mai. 2014.

\_\_\_\_\_, RJ. Lei n. 5.101, de 04 de outubro de 2007. **Dispõe sobre a criação do instituto estadual do ambiente – INEA e sobre outras providências para maior eficiência na execução das políticas estaduais de meio ambiente, de recursos hídricos e florestais.** Rio de Janeiro, RJ. 4 out. 2007. Disponível em: <<http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/CONTLEI.NSF/c8aa0900025feef6032564ec0060dfff/674aaff783d4df6b8325736e005c4dab?OpenDocument&Highlight=0,Lei,5101>>. Acesso em ago. 2014.

#### **SITES VISITADOS:**

Agência Nacional de Águas: [www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br) Acesso em jun. 2013.

Agência Reguladora de Energia e Saneamento Básico do Estado do Rio de Janeiro: [www.agenersa.rj.gov.br/agenersa\\_site/](http://www.agenersa.rj.gov.br/agenersa_site/) Acesso em mai. 2014.

Companhia Estadual de Águas e Esgotos: [www.novacedae.com.br](http://www.novacedae.com.br) Acesso em mai. 2014.

Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo: [www.daee.sp.gov.br](http://www.daee.sp.gov.br) Acesso em abr. 2014.

DT Engenharia: [www.dtengenharia.com.br](http://www.dtengenharia.com.br) Acesso em abr. 2014.

Fos Águas 5: [www.fozaguas5.com.br](http://www.fozaguas5.com.br) Acesso em abr. 2014.

Grupo Águas do Brasil: [www.grupoaguasdobrasil.com.br](http://www.grupoaguasdobrasil.com.br) Acesso em abr. 2014.

Instituto Pereira Passos: [www.armazemdedados.rio.rj.gov.br](http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br) Acesso em mai. 2014

Instituto Estadual do Ambiente: [www.inea.rj.gov.br](http://www.inea.rj.gov.br) Acesso em abr. 2014.

Mercer: [www.mercer.com](http://www.mercer.com) Acesso em mai. 2014.

Projeto Iguaçu: [www.projetoiguacu.com.br](http://www.projetoiguacu.com.br) Acesso em abr. 2014.

Prolagos: [www.prolagos.com.br](http://www.prolagos.com.br) Acesso em abr. 2014.

Cidade Olímpica: [www.cidadeolimpica.com.br](http://www.cidadeolimpica.com.br) Acesso em set. 2014.

**ANEXOS**

## ANEXO A

### Trechos de legislação federal:

- do decreto 23.793 de 1934, que instituiu o Código Florestal Brasileiro;
- da lei 4.771 de 1965 que instituiu o novo Código Florestal Brasileiro e
- da lei nº 12.651, de 2012 que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa;

Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934. Este primeiro código mencionava discretamente as zonas urbanas em dois momentos, são estes:

Capítulo III, seção 1, artigo 23, § 1º:

“O dispositivo do artigo não se applica, a juizo das autoridades florestaes competentes, às pequenas propriedades isoladas que estejam proximas de florestas ou situadas em **zona urbana**.”

E no mesmo capítulo III, seção 1, artigo 33:

“O corte de arvores de consideravel ancianidade, raridade, ou beleza de porte, em predio de **zona urbana**, dependerá sempre do requerimento á autoridade florestal da localidade, com a justificativa dos motivos que a determinam, considerando-se deferido se a mesma autoridade não despachar, em outros termos, o requerimento, dentro de 15 dias, após sua apresentação.”

O novo Código Florestal de 1965 mencionava as áreas urbanas em três trechos da lei, todas elas incluídas em épocas posteriores à publicação da mesma, através da Lei nº 7.803 de 1989 e da Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001 são eles:

Artigo 2º, Parágrafo único:

“No caso de **áreas urbanas**, assim entendidas as compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal, e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo o território abrangido, observar-se-á o disposto nos respectivos planos diretores e leis de uso do solo, respeitados os princípios e limites a que se refere este artigo.” (Incluído pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

Artigo 4º, § 2º:

“A supressão de vegetação em área de preservação permanente situada em **área urbana**, dependerá de autorização do órgão ambiental competente, desde que o município possua conselho de meio ambiente com caráter deliberativo e plano diretor, mediante anuência prévia do órgão ambiental estadual competente fundamentada em parecer técnico.” (Incluído pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 2001)

Artigo 22, parágrafo único:

“Nas **áreas urbanas**, a que se refere o parágrafo único do art. 2º desta Lei, a fiscalização é da competência dos municípios, atuando a União supletivamente.” (Incluído pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

Em 25 de maio de 2012 o código de 1965 é revogado através da lei nº 12.651. A questão da preservação de vegetação nativa em zonas urbanas é mencionada mais vezes nessa nova lei do que nas leis anteriores, chegando a dezoito trechos mencionados a seguir:

Capítulo I, artigo 1º A, inciso IV:

“responsabilidade comum da União, Estados, Distrito Federal e Municípios, em colaboração com a sociedade civil, na criação de políticas para a preservação e restauração da vegetação nativa e de suas funções ecológicas e sociais nas **áreas urbanas** e rurais;” (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012)

Capítulo I, artigo 3º, inciso IX, alínea “c”:

“a implantação de infraestrutura pública destinada a esportes, lazer e atividades educacionais e culturais ao ar livre em **áreas urbanas** e rurais consolidadas, observadas as condições estabelecidas nesta Lei;”

Capítulo I, artigo 3º, inciso IX, alínea “d”:

“a regularização fundiária de assentamentos humanos ocupados predominantemente por população de baixa renda em **áreas urbanas** consolidadas, observadas as condições estabelecidas na Lei nº 11.977, de 7 de julho de 2009;”

Capítulo I, artigo 3º, inciso XX:

“**área verde urbana**: espaços, públicos ou privados, com predomínio de vegetação, preferencialmente nativa, natural ou recuperada, previstos no Plano Diretor, nas Leis de Zoneamento Urbano e Uso do Solo do Município, indisponíveis para construção de moradias, destinados aos propósitos de recreação, lazer, melhoria da qualidade ambiental urbana, proteção dos recursos hídricos, manutenção ou melhoria paisagística, proteção de bens e manifestações culturais;”

Capítulo I, artigo 3º, inciso XXVI:

“**área urbana** consolidada: aquela de que trata o inciso II do caput do art. 47 da Lei nº 11.977, de 7 de julho de 2009;” (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

Neste inciso XXVI, diz-se que área urbana consolidada é aquela definida na Lei nº 11.977/2009, portanto:

“Art. 47. Para efeitos da regularização fundiária de assentamentos urbanos, consideram-se:

I – área urbana: parcela do território, contínua ou não, incluída no perímetro urbano pelo Plano Diretor ou por lei municipal específica;

II – área urbana consolidada: parcela da área urbana com densidade demográfica superior a 50 (cinquenta) habitantes por hectare e malha viária implantada e que tenha, no mínimo, 2 (dois) dos seguintes equipamentos de infraestrutura urbana implantados:

- a) drenagem de águas pluviais urbanas;
- b) esgotamento sanitário;
- c) abastecimento de água potável;
- d) distribuição de energia elétrica; ou
- e) limpeza urbana, coleta e manejo de resíduos sólidos;”

Capítulo II, seção I, artigo 4º:



“Considera-se Área de Preservação Permanente, em **zonas rurais ou urbanas**, para os efeitos desta Lei:

I - as faixas marginais de qualquer curso d’água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d’água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d’água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- c) 100 (cem) metros, para os cursos d’água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d’água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
- e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d’água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:

- a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d’água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;
- b) 30 (trinta) metros, em **zonas urbanas**;

#### Capítulo II, seção I, artigo 5º:

“Na implantação de reservatório d’água artificial destinado a geração de energia ou abastecimento público, é obrigatória a aquisição, desapropriação ou instituição de servidão administrativa pelo empreendedor das Áreas de Preservação Permanente criadas em seu entorno, conforme estabelecido no licenciamento ambiental, observando-se a faixa mínima de 30 (trinta) metros e máxima de 100 (cem) metros em área rural, e a faixa mínima de 15 (quinze) metros e máxima de 30 (trinta) metros em **área urbana**.” (Redação dada pela Lei nº 12.727, de 2012).

#### Capítulo II, seção II, artigo 8º, § 2º:

“A intervenção ou a supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente de que tratam os incisos VI e VII do caput do art. 4º poderá ser autorizada, excepcionalmente, em locais onde a função ecológica do manguezal esteja comprometida, para execução de obras habitacionais e de urbanização, inseridas em projetos de regularização fundiária de interesse social, em **áreas urbanas** consolidadas ocupadas por população de baixa renda.”

#### Capítulo II, seção II, artigo 8º, § 3º:

É dispensada a autorização do órgão ambiental competente para a execução, em caráter de urgência, de atividades de segurança nacional e obras de interesse da defesa civil destinadas à prevenção e mitigação de acidentes em **áreas urbanas**.

#### Capítulo IV, seção III:

“Do Regime de Proteção das **Áreas Verdes Urbanas**

Art. 25. O poder público municipal contará, para o estabelecimento de **áreas verdes urbanas**, com os seguintes instrumentos:

- I - o exercício do direito de preempção para aquisição de remanescentes florestais relevantes, conforme dispõe a Lei no 10.257, de 10 de julho de 2001;
- II - a transformação das Reservas Legais em áreas verdes nas **expansões urbanas**
- III - o estabelecimento de exigência de áreas verdes nos loteamentos, empreendimentos comerciais e na implantação de infraestrutura; e
- IV - aplicação em áreas verdes de recursos oriundos da compensação ambiental.”

#### Capítulo XIII, seção II, artigo 64:

“Na regularização fundiária de interesse social dos assentamentos inseridos em **área urbana de ocupação consolidada** e que ocupam Áreas de Preservação Permanente, a regularização ambiental será admitida por meio da aprovação do projeto de regularização fundiária, na forma da Lei no 11.977, de 7 de julho de 2009.”

Capítulo XIII, seção II, artigo 65:

“Na regularização fundiária de interesse específico dos assentamentos inseridos em **área urbana consolidada** e que ocupam Áreas de Preservação Permanente não identificadas como áreas de risco, a regularização ambiental será admitida por meio da aprovação do projeto de regularização fundiária, na forma da Lei no 11.977, de 7 de julho de 2009.

Capítulo XIII, seção II, artigo 65, § 3º:

“Em áreas urbanas tombadas como patrimônio histórico e cultural, a faixa não edificável de que trata o § 2º poderá ser redefinida de maneira a atender aos parâmetros do ato do tombamento.”

**ANEXO B****DECRETO Nº 42.356 DE 16 DE MARÇO DE 2010**

DISPÕE SOBRE O TRATAMENTO E A DEMARCAÇÃO DAS FAIXAS MARGINAIS DE PROTEÇÃO NOS PROCESSOS DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL E DE EMISSÕES DE AUTORIZAÇÕES AMBIENTAIS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS.

O GOVERNADOR DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, no uso de suas atribuições constitucionais e legais, tendo em vista o que consta do Processo nº E-14/13117/2009,

CONSIDERANDO:

- a solicitação do Instituto Estadual do Ambiente - INEA no sentido de se atribuir caráter normativo ao entendimento fixado no Parecer RD nº 04/2007, com as ressalvas do visto nele aposto pela administração superior da Procuradoria Geral do Estado; e
- as peculiaridades existentes no sistema hídrico do Estado do Rio de Janeiro.

DECRETA:

Art. 1º - Nos processos de licenciamento ambiental e de emissão de autorizações ambientais os órgãos da administração pública estadual direta e indireta observarão o disposto nesse Decreto no que se refere às limitações incidentes sobre as margens dos corpos hídricos.

Art. 2º - Para os fins do disposto nesse Decreto as Áreas de Preservação Permanente (APPs) previstas no art. 2º, “a”, do Código Florestal (Lei Federal nº 4.771/65 e suas alterações), são reconhecidas como existentes em áreas urbanas, assim entendidas aquelas áreas definidas pelo parágrafo único do art. 2º do Código Florestal, independentemente de estarem ou não antropizadas, competindo à Secretaria de Estado do Ambiente e ao Instituto Estadual do Ambiente exigir o respeito aos limites mínimos previstos em cada caso, na forma deste Decreto.

Art. 3º - Para os fins do presente Decreto as Áreas de Preservação Permanente (APPs) previstas no art. 2º, “a”, do Código Florestal e as faixas marginais de proteção (FMPs) a que se referem a Constituição e a legislação estadual serão tratadas de forma unificada, sendo demarcadas pelo Instituto Estadual do Ambiente, ao longo dos rios, nascentes, cursos d'água naturais ou retificados, lagos, lagoas e reservatórios a partir do limite da área atingida por cheia de recorrência não inferior a três anos.

Art. 4º - Os limites mínimos fixados abstratamente pelo art. 2º, “a”, do Código Florestal (Lei Federal nº 4.771/65 e suas alterações) poderão ser reduzidos, em cada caso concreto, unicamente para os fins do disposto no art. 1º, deste Decreto, desde que a área se localize em

zona urbana do município e que vistoria local, atestada por pelo menos 03 (três) servidores do Instituto Estadual do Ambiente, comprove, cumulativamente:

I - que a área encontra-se antropizada;

II - a longa e consolidada ocupação urbana, com a existência de, no mínimo, quatro dos seguintes equipamentos de infra-estrutura urbana:

a) malha viária com canalização de águas pluviais;

b) rede de abastecimento de água;

c) rede de esgoto;

d) distribuição de energia elétrica e iluminação pública;

e) recolhimento de resíduos sólidos urbanos;

f) tratamento de resíduos sólidos urbanos; e

g) densidade demográfica superior a cinco mil habitantes por km<sup>2</sup>.

III - a inexistência de função ecológica da FMP/APP em questão, desde que identificadas a inexistência de vegetação primária ou vegetação secundária no estágio avançado de regeneração e a presença de, no mínimo, uma das seguintes características:

a) ocupação consolidada das margens do curso d'água a montante e a jusante do trecho em análise;

b) impermeabilização da FMP/APP;

c) capeamento do curso d'água, sendo que, no caso de obras recentes, deverá ser apresentado ao órgão ambiental competente o respectivo projeto aprovado pela prefeitura local

ou o levantamento cadastral da obra;

IV - que a alternativa de recuperação da área como um todo seja inviável pelos custos manifestamente excessivos para a coletividade.

§ 1º - Exceto nos casos de cursos d'água de pequeno porte ou canalizados com margem revestida, a FMP/APP mínima, ainda que presentes os requisitos deste artigo, será de 15 metros, contados:

I - a partir de uma seção teórica, capaz de escoar sem extravasamento a vazão máxima de cheia de 10 (dez) anos de recorrência; ou

II - a partir das margens existentes se a distância entre as mesmas superar a largura da seção teórica acima citada.

§ 2º - Nos cursos d'água de pequeno porte, assim considerados aqueles com vazões máximas, associadas a cheias de 10 (dez) anos de recorrência, não superiores a dez metros cúbicos por segundo, deverão ser demarcadas, em ambas as margens, faixas non edificandi que permitam

o acesso do Poder Público ao corpo hídrico, contados na forma dos incisos do § 1º deste artigo, com no mínimo:

I - 05 (cinco) metros de largura no caso de vazões iguais ou superiores a seis metros cúbicos por segundo e;

II - 01 (um) metro e meio de largura no caso de vazões inferiores a seis metros cúbicos por segundo.

§ 3º - Nos cursos d'água canalizados com margem revestida, de porte superior ao definido no § 2º deste artigo, deverão ser demarcadas, em ambas as margens, faixas non edificandi que permitam o acesso do Poder Público ao corpo hídrico, com no mínimo dez metros de largura, contados na forma dos incisos do § 1º deste artigo.

§ 4º - O disposto na cabeça do presente artigo não afasta a aplicação da Lei Federal nº 6.766/79, quando seja o caso de loteamentos urbanos.

§ 5º - O Conselho Diretor do Instituto Estadual do Ambiente poderá formular exigências adicionais para o licenciamento ou demarcação de que trata este artigo.

Art. 5º - Este Decreto entrará em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

Rio de Janeiro, 16 de março de 2010

SÉRGIO CABRAL

Publicado em Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro em 17/03/2010.

## ANEXO C

### **DECRETO Nº 43.982 DE 11 DE DEZEMBRO DE 2012**

SUBMETE A COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS - CEDAE – À FISCALIZAÇÃO E REGULAÇÃO DE SUAS ATIVIDADES POR PARTE DA AGÊNCIA REGULADORA DE ENERGIA E SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - AGENERSA E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS.

O GOVERNADOR DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, no uso de suas atribuições constitucionais e legais,

CONSIDERANDO:

- o disposto na Lei Federal nº 11.445/2007, na Lei Estadual nº 4.556/2005 e nos demais diplomas legais aplicáveis à atividade de saneamento, no âmbito do Estado do Rio de Janeiro;
- a necessidade de se assegurar o equilíbrio econômico-financeiro dos serviços de saneamento

prestados pela CEDAE, bem como o cumprimento das metas de ampliação de cobertura estabelecidas pelo Poder Executivo estadual e pactuadas com os Municípios com os quais foram celebrados convênios e contratos de programa; e - a necessidade de capacitação da AGENERSA, para que possa assumir as tarefas relacionadas à regulação de empresa do porte da CEDAE. DECRETA:

Art. 1º - A partir da entrada em vigor deste Decreto, a CEDAE e a Agência Reguladora de Energia e Saneamento Básico – AGENERSA deverão adotar as medidas necessárias para transição da fiscalização e regulação dos serviços de fornecimento de água e esgotamento sanitário e assunção plena de tal atribuição por parte da AGENERSA.

§ 1º - Ficará a CEDAE submetida ao poder regulatório da AGENERSA a partir de agosto de 2015, incluindo-se nesta competência a definição da primeira revisão tarifária da Companhia, a ser realizada no mês em questão.

§ 2º - Até o advento do termo inicial previsto no § 1º deste artigo, deverá ser adotado para reajustamento anual das tarifas o marco regulatório atualmente em vigor, considerando a metodologia de fluxo de caixa descontado.

§ 3º - Para implantação dos procedimentos necessários à submissão da CEDAE à fiscalização e regulação por parte da AGENERSA, será constituída equipe de transição, à qual caberá analisar todo o conjunto de diplomas normativos que regulam e definem as obrigações da CEDAE.

§ 4º - A equipe de transição de que trata o § 3º deste artigo será constituída por representantes da CEDAE, da Secretaria de Estado da Casa Civil e da AGENERSA, indicados no prazo de 30 (trinta) dias a contar da publicação deste Decreto.

Art. 2º - Para cumprimento deste Decreto, a CEDAE, a Secretaria de Estado da Casa Civil e a AGENERSA deverão celebrar convênio, no qual disciplinarão os procedimentos para submissão da CEDAE à fiscalização e regulação por parte da AGENERSA, observadas as diretrizes estabelecidas na legislação em vigor e os seguintes princípios:

- I - preservação do equilíbrio econômico-financeiro dos serviços prestados pela CEDAE;
- II - estabelecimento de metas para ampliação de cobertura dos serviços de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgotos, nos Municípios em que a Companhia atue;
- III - consideração, para fins de definição da tarifa, da base de remuneração regulatória.

§ 1º - Considera-se base de remuneração regulatória o valor do ativo regulatório da Companhia, ou seja, a base de ativos operacionais da CEDAE utilizados, direta ou indiretamente, na exploração dos serviços de fornecimento de água e esgotamento sanitário.

§ 2º - As metas de ampliação de cobertura dos serviços de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgotos serão estabelecidos pelo Poder Executivo estadual, considerando os compromissos já assumidos pelo Estado do Rio de Janeiro e pela CEDAE nos convênios e contratos de programa celebrados com os Municípios.

§ 3º - Uma Comissão formada por representantes da Secretaria de Estado da Casa Civil (CASACIVIL), do Ambiente (SEA) e de Obras (SEOBRAS) formularão proposta de metas de cobertura, a serem definidas pelo Governador do Estado.

Art. 3º - Este Decreto entra em vigor na data da sua publicação.

Rio de Janeiro, 11 de dezembro de 2012

## ANEXO D

### FOTOS DO RIO CHEONGGYECHEON (SEUL / CORÉIA DO SUL)



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4



Foto 5

Fonte: <http://viajeaquil.abril.com.br>  
Acesso:04/2014



Foto 6



Foto 7



Foto 8



Foto 9



Foto 10

Fonte: mundopossivel.wordpress.com. Acesso:  
07/07/2014





Foto 11



Foto 12



Foto 13

Fonte das fotos 1,2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11 e 13:

<http://www.arquitetonico.ufsc.br/uma-impressionante-renovacao-urbana-em-seul>. Acesso: 08/2013