

COLETÂNEA EM SANEAMENTO AMBIENTAL

SÉRIE TEMÁTICA RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO VOLUME 1

ISBN: 978-85-64386-07-5

POLUIÇÃO E SANEAMENTO EDIÇÃO ESPECIAL



Foto: Thereza Rosso

Thereza Christina de Almeida Rosso

Gandhi Giordano

**1ª. Edição
Rio de Janeiro – RJ**



2012

EXPEDIENTE

Reitor

Ricardo Vieiralves de Castro

Vice-reitor

Paulo Roberto Volpato Dias

Sub-reitoria de Graduação

Lená Medeiros de Menezes

Sub-reitoria de Pós-graduação e Pesquisa

Monica da Costa Pereira Lavalle Heilbron

Sub-reitoria de Extensão e Cultura

Regina Lúcia Monteiro Henriques

Centro de Tecnologia e Ciências

Maria Georgina Muniz Washington

Faculdade de Engenharia

Maria Eugenia de las Mercedes Mosconi de Gouvêa

EDITORES

Thereza Christina de Almeida Rosso

Gandhi Giordano

Editor Associado

Débora Cynamon Kligerman (FIOCRUZ)

Editoração Eletrônica

Marco Antonio Perna

Poluição e Saneamento: Edição Especial

Série Temática: Recursos Hídricos e Saneamento - Volume 1

Rio de Janeiro: COAMB / FEN / UERJ / 2012.

1. Poluição, 2. Saneamento, 3. Rio Carioca.

Editores – Rosso, Thereza Christina de Almeida; Giordano, Gandhi.

Editor Associado - Débora Cynamon Kligerman

ISSN - 978-85-64386-07-5

SOBRE OS EDITORES



Thereza Christina de Almeida Rosso

Aprovada em primeiro lugar em concurso público, atualmente como Professor Assistente do Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente da UERJ, em regime de dedicação exclusiva durante 15 anos vinculada à Bolsa do Programa Prociencia de estímulo à Produção Científica. É graduada em Engenharia Civil pela FEMG (1978), mestre em Engenharia Civil pela COPPE/UFRJ (1986) e doutora em Engenharia Oceânica pela COPPE/UFRJ (1997). É Presidente da Comissão de Ambientes Costeiros da Associação Brasileira de Recursos Hídricos e atualmente exerce a função de Coordenadora do Curso de Especialização em Engenharia Sanitária e Ambiental da UERJ. Possui experiência na área de Engenharia Sanitária e Ambiental, atuando ainda nos seguintes temas: ecossistemas costeiros, hidrodinâmica, gestão sustentável de recursos hídricos e uso racional da água. No de 2005 recebeu: Diploma Especial por contribuição à memória do Saneamento no Estado do Rio de Janeiro, ABES/Rio; Mérito Especial de Participação, ABES/Rio, e em 2004 foi classificada em 1^o lugar no Concurso Internacional de Ensayos, Fundación CEPA - Centro de Estudios y Proyección del Ambiente, apresentando um estudo sobre o rio Carioca. Possui cerca de 70 trabalhos publicados e mais de 100 alunos fazem parte da lista de orientações concluídas ou em andamento em todos os níveis (projeto final de curso, iniciação científica, especialização, mestrado). Foi coordenadora do Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da UERJ durante 5 anos, onde também atua como docente e é participante do núcleo do corpo docente do Doutorado em Engenharia Civil. Atualmente coordena a unidade do Museu do Meio Ambiente Ecomuseu Ilha Grande.

Endereço para acessar Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/407438783497908>

Gandhi Giordano

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (1980), especialização em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (1981), mestrado em Ciência Ambiental pela Universidade Federal Fluminense (1999) e doutorado em Engenharia de Materiais e de Processos Químicos e Metalúrgicos pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (2003). Atualmente é professor adjunto da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, lotado desde 1982 no Departamento de Engenharia Sanitária e Meio Ambiente da Faculdade de Engenharia. Diretor Técnico da TECMA Tecnologia em Meio Ambiente desde 1986. Tem experiência na área de Saneamento Ambiental, com ênfase em Química Sanitária, atuando principalmente nos seguintes temas: tratamento de águas residuárias, tratamento de chorume, tratamento de efluentes industriais, reuso de águas e controle da poluição. Tem experiência na implantação e operação de laboratórios de análises ambientais, incluindo amostragens conforme os requisitos da Norma ISO NBR 17025.

SUMÁRIO

SOBRE OS EDITORES	IV
CAPÍTULO 1	1
A NATUREZA HOLÍSTICA DA POLUIÇÃO	1
1. Introdução	1
2. Da insuficiência do método analítico.....	1
3. Das limitações do método analógico.....	3
4. Da compreensão dos fenômenos holísticos.....	3
5. As variáveis holísticas fundamentais da poluição	4
6. O papel do homem	8
7. A fixação do ponto de vista adequado	10
8. A lei para os não sintonizados	11
9. Os objetivos também são holísticos.....	12
10. A política racional de combate à poluição: seus efeitos	14
CAPÍTULO 2	16
SANEAMENTO – SUBSÍDIOS PARA UM INSTRUMENTAL DE ANÁLISE .	16
1. Introdução.....	17
2. Princípios gerais	19
3. Conclusões.....	24
CAPÍTULO 3	25
A HISTORIOGRAFIA DO RIO CARIOCA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO	25
1. Introdução	26
2. Caracterização da bacia hidrográfica do rio Carioca	27
3. Importância do rio Carioca para a Cidade do Rio de Janeiro	31
4. Arcos da Lapa.....	36

5. Agonia de um rio.....	40
6. Iniciativas de recuperação	42
6.1. Estação de Despoluição do Rio Carioca	44
7. Considerações finais	48
Referências Bibliográficas	50

CAPÍTULO 1

A NATUREZA HOLÍSTICA DA POLUIÇÃO

Aula Inaugural

Faculdade de Engenharia

Universidade do Estado da Guanabara (UEG/UERJ)

Rio de Janeiro, 27 de dezembro de 1974

Breno Marcondes Silva

1. INTRODUÇÃO

Nunca tanto se falou sobre poluição. Todos opinam sobre o assunto e deploram-na. Especialistas nos mais diversos setores apresentam planos de dão sugestões. Quantias vultuosíssimas – notadamente nas nações mais desenvolvidas – já são gastas para a sua detecção, prevenção e combate, todavia os seus índices prosseguem aumentando.

O Homem tem enfrentado com êxito inúmeros obstáculos e dificuldade, alguns em prazos relativamente curtos em relação à sua determinação em superá-los, porém a poluição acompanha o homem desde a pré-história. Ele tem consciência de sua indesejável presença, e procura evitá-la, depois combatê-la. Dispõe, hoje, de recursos que seriam considerados sobrenaturais pelos nossos antepassados. Já conseguiu se libertar da gravidade terrestre, atingiu a superfície lunar, ambiente totalmente desfavorável à espécie humana e às outras formas de vida terrestre, e de lá regressou em boas condições ao nosso planeta. E a poluição?

Apesar de tudo o que se tem dito e realizado, salvo alguns êxitos localizados, no seu conjunto a poluição prossegue se agravando, tanto na quantidade – considerada como extensão comprometida e carga poluidora – quanto na qualidade, decorrente do surgimento de novos resíduos, principalmente oriundos da indústria química ou dos diversos empregos de materiais radioativos.

Porque o homem está se mostrando impotente diante do desafio da poluição?

É indispensável que se conheça com precisão o é poluição, quais as suas origens, aspectos, categorias, dimensões e grandeza, em suma qual a sua natureza.

2. DA INSUFICIÊNCIA DO MÉTODO ANALÍTICO

Quando procuramos analisar o fenômeno da poluição, visando caracterizá-lo, verificamos que tal procedimento é simplesmente impossível de ser realizado. Entretanto a análise é o método tradicional de estudo de fenômenos multiformes, e precede a síntese que realmente os elucida.

A poluição é um fenômeno globalmente abrangente, isto é, envolve em qualquer dos seus aspectos, em graus variáveis para cada caso, todos os outros que possam ser considerados. Assim a poluição se encontra de alguma forma em qualquer parte da terra; as origens condicionam as características não a determinam, pois outras variáveis de natureza sócio-econômica (humana) e mesológica interferem recíproca e imbricadamente nas mesmas características, já que as origens não são autônomas. Assim qualquer estudo a partir das origens (particularizadas pelas fontes de poluição), se bem que indispensável, de um ponto de vista estritamente tecnológico, não nos conduz a alguma solução que possa se traduzir em ponderável melhoria geral.

Aí está a grande dificuldade: não ser possível utilizar-se a análise para equacionar o problema em seu todo. Resumindo: o obstáculo está em que a poluição é de natureza holística.

A nossa portentosa civilização tecnológica floresceu com fulcro no método analítico: o trabalho foi dividido nas mais diversas formas; as ciências e suas aplicações (técnicas) foram continuadas em incessantes divisões e subdivisões; a estratégia napoleônica fundamentava-se essencialmente na divisão dos inimigos e combatê-los sucessivamente (em Waterloo Napoleão foi derrotado ao enfrentar uma colisão de forças). Descartes, um dos forjadores do pensamento moderno apresentou como uma das recomendações fundamentais de sua metodologia a divisão do assunto a ser abordado em um número ilimitado de partes, até que cada uma delas pudesse ser plenamente compreendida, no que admitiu implicitamente a limitação humana da compressão das idéias mais complexas (o que é exato), mas não percebeu que grande número de divisões redundaria na incapacidade de percepção do conjunto (conforme a psicologia experimental moderna já demonstrou).

Vivemos pois sob o lema de "dividir e conquistar" o que nos faz extremamente eficientes na resolução de problemas de qualquer assunto cuja compressão possa ser decomposta. Assim, paralelamente ao grande desenvolvimento das ciências e técnicas, nos encontramos numa situação de estagnação face às filosofias.

3. DAS LIMITAÇÕES DO MÉTODO ANALÓGICO

No que tange aos fenômenos físicos, modernamente se os tem estudado através de método analógico¹, onde todas as variáveis podem ser apreciadas através modelo de comparação poderão reproduzir, numa determinada escala as outras grandezas desejadas. Todavia a comparação só poderá ser feita, face à fixação das ocorrências comandadas por uma das características correlatas, caso queiramos ter a liberdade de escolha da escala (teorema de Washy-Buckingham). Assim as observação, experimentação e interpretação baseiam-se em regras simples e racionais apresentando resultados cujos erros podem ser inclusive delimitados. Onde está a possibilidade de falha do método? Na escolha das grandezas intervenientes no fenômeno real e no modelo. Ao se eliminar do universo um determinado número de grandezas, estaremos "a priori" reconhecendo que dominamos o fenômeno, e, conhecemos os limitantes nos quais tais grandezas interferem e que ambos, modelo e realidade, se apresentam fora destes limites.

4. DA COMPREENSÃO DOS FENÔMENOS HOLÍSTICOS

Os sistemas holísticos devem ser caracterizados pelas suas exteriorizações, causas e efeitos, considerando o conjunto, porém à semelhança do método analógico, procurando delimitar o universo pela prévia compreensão global do problema e fixação das grandezas dominantes. A utilização lógica formal não é possível, pois suas regras exigem a preliminar definição da extensão do conjunto a que pertence cada idéia o que indica o problema já estar resolvido implicitamente. Temos que trabalhar com o raciocínio voltado simultaneamente para a idéia geral e para as causas e efeitos que queiramos dominar, e, conseqüentemente para o (s) fator(es), fixado o ponto de vista. Assim estaremos fazendo uma delimitação do universo ao mesmo tempo considerando o fenômeno no seu todo. O conhecimento cumulativo do assunto, inclusive pelo ensaio e erro, possibilitará evidenciar para cada o(s) fator(es) dominante(s), que quantificado(s), juntamente com as causas e efeitos, ensejam estabelecer as funções que permitam resolver o problema.

¹ Atualmente, na área ambiental, os modelos de análises analógicos foram substituídos na sua maior parte por estudos de modelos computacionais. **Nota dos Editores.**

A resolução de cada problema terá um tratamento próprio e simples, alguns pela evidência da solução, outros por métodos matemáticos clássicos, outros, ainda mais complexos, pela utilização de computadores após cuidadosa programação.

5. AS VARIÁVEIS HOLÍSTICAS FUNDAMENTAIS DA POLUIÇÃO

No caso da poluição, três são as variáveis fundamentais: ***nível***, ***extensão*** e ***ponto de vista***. Todas as três indispensáveis ao estudo do problema, podendo ser preenchidas à parte e confrontadas na síntese, pois não são autônomas.

5.1. O nível

O ***nível*** é caracterizado pela intensidade com que é mobilizada a natureza, para atender a uma das manifestações da poluição. Assim os níveis mais baixos de poluição correspondem às manifestações dos seres inanimados, seria como alguns denominam – Prof. Otto Iaag por exemplo – poluição natural, podendo como todas as outras formas se apresentar nos meios naturais: rios, mares, atmosfera, lagos, solo, etc. Teríamos sucessivamente em níveis crescentes, a poluição provocada pelos animais, pelo homem, que iria do nível mais baixo- aquela produzida pelas civilizações tribais (uso limitado do solo, e água para fins individuais) – cidades não industrializadas, e, indústrias com resíduos gradativamente mais danosos e mãos difíceis de serem recuperados pelos diversos agente naturais.

É interessante notar que qualquer atividade nada introduz na natureza, pois as indústrias utilizam matérias primas retiradas da mesma natureza, porém modificam a sua distribuição e alteram o seu energético, pois mobilizam energia fóssil (carvão e petróleo) que se encontravam como jazidas em estado potencial, e ainda, aproveitam a energia de outras fontes, como a hidráulica para efetuar profundas transformações químicas, e não, quase que exclusivamente mecânicas, como soe acontecer na natureza. Uma consequência holológica deste fato é que existe uma correlação estatística entre nível de poluição e consumo energético “per capita”.

Outra consequência que poderíamos inferir, é que, quanto mais alto o nível da poluição, maiores são os recursos para combatê-la, visto o maior dispêndio energético estar relacionado a maiores recursos financeiros, tecnológicos e humanos.

O **nível** afeta principalmente a composição dos poluentes que no caso seria fator dominante.

5.2. A extensão

A extensão é caracterizada pelo espaço comprometido na natureza pela poluição. As grandezas determinantes da extensão são: constituição dos poluentes (função nível), quantidade lançada, que o caso das fontes contínuas será a vazão.

Considerando-se constantes o **nível** e o **ponto de vista**, a **extensão** será uma função biunívoca e crescente com a população, e o custo da eliminação dos efeitos da poluição seguirá uma lei análoga. As áreas necessárias à remoção dos inconvenientes, serão proporcionais à extensão. É fácil chegar-se a esta conclusão, pois a remoção dos inconvenientes depende de três fatores: tempo, energia e aditivos. Fixados o nível e a tecnologia do tratamento (em geral a dilatação do tempo economiza energia e aditivos, teremos uma vazão a ser conservada durante um tempo fixado o que resulta num volume proporcional a esta, que levando-se em conta as limitações práticas operacionais e energéticas das profundidades (ou alturas), resulta em obras proporcionais às vazões, que, fixado o nível, serão também proporcionais à **extensão**.

É interessante notar-se, no caso da poluição das águas, que deve ser tomado cuidado no modo de transportá-las, e, principalmente no tempo de percurso, pois alterações bioquímicas podem ocorrer, mudando o nível de poluição, resultado no aumento da **extensão**, com prejuízos de ordem econômica e de áreas comprometidas.

Devemos também advertir, que nem sempre são os altos níveis de poluição que determinam as suas maiores **extensões**. No caso da poluição atmosférica, o acidente que maior extensão de poluição provocou na terra (por um período limitado) foi decorrente de um fenômeno natural: a explosão do vulcão Krakatoa² no Pacífico. Tra-

² No dia 27 de Agosto de 1883, a Ilha de Krakatoa, localizada no estreito de Sunda, entre as ilhas de Sumatra e Java, na Indonésia, desapareceu quando o vulcão Krakatoa, do monte Perboewatan, supostamente extinto, entrou em erupção. A sucessão de erupções e explosões durou 22 horas e o saldo foi de mais de 36 mil mortos. Sua explosão atirou pedras a aproximadamente 27 km de altitude e o som da grande última explosão foi ouvida a aproximadamente 5.000 km, na ilha de Rodriguez, tendo os habitantes ficado surpreendidos com o estrondo! Os barômetros de Bogotá e Washington enlouqueceram. O barulho chegou também até Constantinopla na Turquia, Austrália, Filipinas e Japão. Acredita-se que o som da

tando-se de poluição das águas, os grandes rios mesmo atravessando regiões de baixos níveis de poluição apresentam ponderáveis **extensões** desta, decorrente das elevadas descargas sólidas que afetam de diversas formas a ecologia.

5.3. O ponto de vista

Por fim temos o **ponto de vista**, a terceira e mais complexa variável fundamental, depende de fatores biopsíquicos e sócio-econômicos. É fundamental, embora difícil a fixação do ponto de vista, do qual depende até a definição de poluição; por esta razão ainda não cuidamos de definir poluição. O ponto de vista varia com os seguintes fatores: nível sócio-econômico da população; usos previstos pra as águas e o solo; critério hierárquico considerado nos malefícios da poluição; e interesse pela defesa de outras espécies ou suas diversas formas de associações ou inter-relacionamentos (ecologia).

Existe no universo, e, em todos os seus componentes duas grandes tendências contrárias: a concentração e a expansão. Todas as entidades, seres vivos ou não, formas de energia etc., sofrem com a influência destas duas tendências dos mais diversos modos. Assim todo fenômeno de radiação é uma forma de expansão a partir da fonte; a gravidade atua em sentido contrário concentrando a matéria, etc.

Fixemo-nos na expansão. Toda expansão consome energia, e se a fonte não for reabastecida a extensão cessa.

última grande explosão foi o mais alto já ouvido na face da terra e reverberou pelo planeta ao longo de nove dias. Todos os que se encontravam em um raio de 15 km do vulcão tiveram seus tímpanos rompidos. Os efeitos atmosféricos da catástrofe, como poeira e cinzas circundando o globo, causaram estranhas transformações na Terra, como súbita queda de temperatura e transformações no nascer e pôr do Sol por aproximadamente 18 meses e levando até anos para voltar ao normal. Todas as formas de vida animal e vegetal da ilha foram destruídas. Por causa das explosões, vários tsunamis ocorreram em diversos pontos do planeta. Perto das ilhas de Java e Sumatra, as ondas chegaram a mais de 40 metros de altura. É considerada a erupção vulcânica mais violenta dos tempos modernos, tornando Krakatoa, sinônimo de destruição e catástrofe. A cratera do vulcão era monstruosa, possuía aproximadamente 16 km de diâmetro. O vulcão não parou de cuspir lava e houve ainda outras erupções durante todo o ano. Antes da erupção, a ilha possuía quase 2 mil metros de altitude, mas após a erupção, a ilha foi riscada do mapa tendo-se um lago formado na cratera do vulcão, onde hoje vivem várias espécies de plantas e pássaros. Atualmente, na região da cratera, há uma nova formação rochosa em andamento chamada Anak Krakatau (Anak Krakatoa, filho de Krakatoa ou Krakatau), que já possui mais de 800 metros de altura, sendo que a cada ano aumenta cinco metros aproximadamente, podendo haver mudanças.

Efeitos - Provavelmente, a tsunami mais destrutiva registrada na história originou-se da explosão do vulcão Krakatoa, em uma série de quatro explosões que espalharam cinzas pelo mundo e geraram uma onda sentida nos oceanos Atlântico e Pacífico. A maioria das vítimas foi morta pela tsunami e não pela erupção que destruiu dois terços da ilha. Ondas tsunami geradas pela erupção foram observadas em todo o oceano Índico, no Pacífico, na costa oeste dos EUA, na América do Sul e até no canal da Mancha. Elas destruíram tudo em seu caminho e levaram para a costa blocos de corais de até 600 toneladas. Um navio de guerra na área foi arrastado por três quilômetros terra a dentro e depositado numa montanha. De acordo com Winchester, corpos apareceram em Zanzibar e o som da destruição da ilha foi ouvido na Austrália e na Índia. As ondas da tsunami foram sentidas em Liverpool, na Inglaterra; alguns territórios africanos e também nas partes do Canadá, sem muitos desabamentos. (<http://pt.wikipedia.org/wiki/Krakatau>). **Notas dos Editores.**

Desta forma todo ser vivo, enquanto dispuser de energia, tende a se reproduzir, ocupar volumes cada vez maiores e substituir a matéria do novo espaço que ocupa, por ele mesmos ou seus prolongamentos (tudo que possa ser elaborado ou cativado pelo ser, visando melhorar seu desempenho). Essa assertiva é válida não só para uma espécie, como para as diversas formas de associações de seres, inclusive sistemas ecológicos.

Ao se expandir o sistema de defronta com diversos percalços: obter energia para garantir a continuidade da expansão; componentes materiais para constituir a sua própria matéria e a dos seus prolongamentos; evitar a interferência dos resíduos decorrentes dos rejeitos inaproveitáveis da matéria recém-ocupada e aprimorar a sua eficiência na utilização da energia e da matéria, para permitir a expansão em meios pobres destes, já que a expansão se faz em geral a partir de uma fonte mais rica (premissa de Malthus). A partir deste modelo geral, podemos considerar poluição para o ser em expansão: a perturbação da atividade do ser pela interferência de seus próprios resíduos e/ou a presença no meio de condições físicas, substâncias ou outros seres vivos que interfiram negativamente na sua vitalidade.

Nessa linha de pensamento para cada espécie, comunidade ou sistema ecológico haverá um **ponto de vista** referente à poluição. Por exemplo para um anaeróbico uma água cristalina será fortemente poluída sendo a mesma totalmente desfavorável ao ser.

Outro aspecto muito importante é o confronto de dois fenômenos aparentemente desconexos: o tropismo e a consciência. Todo ser tende a se desenvolver ou expandir na direção e sentido que mais lhe favoreça, o que se denomina tropismo, fenômeno este, que, como instinto (nos seres cuja organização permita identificá-lo) podem ser considerados como consciência da espécie. Tomemos como exemplo o *M. tuberculosis*. Uma vez instalado no pulmão humano, "habitat" de sua preferência, nele se desenvolve o mais rápido possível. Se a sua expansão perturbar seriamente a função conjunto pulmão-corção, e, ainda com efeito de suas toxinas (poluição para a bactéria e o homem) levar o homem à morte, a seguir são também destruídas todas as bactérias específicas no interior do pulmão, devido às adversas condições anaeróbicas que sucedem ao desenlace. Caso em vez do tropismo a bactéria possuísse uma verdadeira consciência, esta não limitaria destruir o seu meio e limitaria a sua expansão evitando a morte do homem.

A tuberculose assim, só persiste, mercê do singular mecanismo de defesa que o homem possui, que, para evitar o acúmulo de secreções indesejáveis no pulmão (resultantes da própria doença), tem uma recursos reflexivo – a tosse – com o que elimina em vida, grande quantidade de agentes patogênicos, permitindo o contágio indireto de um número ilimitado de indivíduos suscetíveis.

Com o exemplo citado, nos defrontamos com um conceito fundamental: a disponibilidade de meio a ser comprometido num tempo considerado.

6. O PAPEL DO HOMEM

Transportando esta linha de pensamento para o homem, verificamos que a humanidade tem encontrado como fator limitante de sua expansão a sua capacidade de transformar a natureza, ou seja, indiretamente, os recursos energéticos. Com o desenvolvimento tecnológico e o conseqüente uso em larga escala da energia não muscular, a exploração da natureza atingiu grau tão elevado, que está deslocando o ponto condicionante da expansão, à escassez de matérias primas e à extensão do comprometimento da natureza com os resíduos, antes que sejam reincorporados aos recursos naturais (pelos diversos ciclos). É importante caracterizar o papel do homem nesta conjuntura: o homem que antes já ocupava o vértice da cadeia alimentar, e, que de forma indireta já comandava o fluxo de matérias e energia existentes na biosfera, no sentido de beneficiar a si próprio, está passando a fazê-lo de forma cada vez mais direta, eliminando elos intermediários das diversas cadeias, e com isso assumindo pessoalmente a responsabilidade pela estabilidade ecológica.

Como corolário do papel de gerente da biosfera (posição que o homem tende a ocupar com a continuidade do processo acima delineado), as espécies nativas passam gradativamente a ser substituídas por aquelas que oferecem benefício imediato ao homem. Sendo o número de espécies nativas muito reduzido diante daquele apresentado pelo ambiente natural, resulta que, em síntese, o homem opera no sentido de diminuir o número de espécies ou seja a variedade de seres presentes, o que torna o equilíbrio geral mais instável, pois a relação de dependência direta de um ser para com outro, vai se estreitando cada vez mais.

Assim, ao mesmo tempo que se consegue canalizar ao homem, maior quantidade de bens, com a mesma quantidade de energia básica, coloca-se o sistema como

um todo, numa situação de estabilidade cada vez mais difícil. A situação ainda se agrava, quando em decorrência da maior utilização da natureza, o homem simultaneamente estreita os espaços descomprometidos com o processo produtivo, e, ainda os utiliza como receptáculo de resíduos.

A poluição nas suas mais variadas formas, estabelecendo um ambiente singular, com altas concentrações de substâncias e complexos orgânicos ou inorgânicos (escassos nos ambientes naturais), funciona como meio altamente seletivo, o que contribui, também para que os espaços não utilizados diretamente para produção, limitem a variedade natural, embora frequentemente aumentem a biomassa, quanto eleva-se o nível energético do meio. Assim as áreas utilizadas diretamente pelo homem, porém comprometidas com a recuperação de resíduos, tornam-se ainda mais instáveis ecologicamente.

Na medida em que o homem aumenta a sua capacidade de atuação, adquire maior responsabilidade, passa também a contar com maiores recursos para combater a poluição (como foi visto), de forma que numa sociedade tecnologicamente avançada o **nível** e a **extensão** da poluição passam a ser, fundamentalmente, determinados pelo **ponto de vista** dominantes.

O **ponto de vista** sofre também uma evolução semelhante ao **nível** e à **extensão**. Modifica-se de forma particular, numa escala ideal, na qual podemos notar nitidamente a sua elevação". Como já foi dado a entender, o **ponto de vista** pode ser consciente ou inconsciente. O limiar consciente, quando à poluição, é caracterizado pelo senso estético. Podemos afirmar, que as necessidades estéticas representam uma forma instintiva de repulsa à poluição, constituindo-se no padrão mais incipiente de qualidade do meio, portanto, estando presente em todas as sociedades, das mais primitivas às mais avançadas. Associação de idéias favoráveis (contrapondo-se à associação das desfavoráveis) é também primária (maniqueísmo), assim ao belo se admite ser bom, e ao limpo a ser belo. Desta forma, dentro dos limites de suas possibilidades, todos rendem a reservar um "espaço limpo" ao seu redor.

A dominância do senso estético, conjugada com o crescimento da poluição em extensão, quando ocorrem numa sociedade desaparelhada para combatê-la, na escala em que se apresenta, resulta sistematicamente em soluções imediatistas e contraditórias: belas residências em centros de terrenos gramados e arborizados, tendo nas suas frentes – depois da cerca – um córrego de esgotos em mares vizinhos a praias, enquanto ao mesmo tempo se faz intensa campanha contra a presença de papéis ou

invólucros de bebidas e alimentos nas mesmas praias (admite-se que as areias foram incorporadas ao “espaço limpo”, enquanto que as águas estão do outro lado da cerca).

O fato do maior **nível** de poluição – que em escala individual, que em escala nacional – corresponder à maior riqueza, poder, e conseqüentemente, “status”, gera nos menos esclarecidos, uma tendência a considerar “importante”, quem polui, e, dentro de suas possibilidades, não só se descuidar da poluição, como também a alardear: - “também temos a nossa poluição, tal atitude tem-se a ilusão de, ao menos em termos de poluição, equiparar-se aos “importantes”(manifestação da necessidade de “status”).

Finalmente o fenômeno mais generalizado, do **ponto de vista** levar ao aumento da poluição, está na tendência de todo ser a utilizar todas as suas potencialidades, no sentido de atingir o máximo de expansão. Entre os homens, a possibilidade de empregar a vontade e o poder para se expandir – nos diversos planos – pode ser considerada, como sinônimo de liberdade. Ora, o tipo de expansão mais simples, meramente espacial, num meio ilimitado, atinge a máxima velocidade, quando não se dispende energia e recursos para melhorar o meio “do outro lado da cerca”. Assim cada indivíduo, cidade, região etc., podendo fazer uso absoluto da sua liberdade, não estando motivado a crescer qualitativamente, porém, apenas em crescer, irá fatalmente ignorar “*in totum*” o problema da poluição externa.

7. A FIXAÇÃO DO PONTO DE VISTA ADEQUADO

A necessidade de desenvolvimento integral da humanidade exige que medidas adequadas sejam tomadas para conduzir os indivíduos a ajustarem-se ao ponto de vista adequado. Estas medidas pertencem ao campo psico-social e subsidiariamente ao econômico, baseiam-se fundamentalmente em divulgação e participação.

Divulgação – em termos simples porém corretos – da natureza do problema da poluição e, da responsabilidade de cada um. Para que haja empenho em participar é indispensável que o ponto de vista, não só esteja perfeitamente estabelecido, como também seja claramente divulgado, dentro – é claro – do nível de compreensão a que se dirige.

Participação – deve-se criar um cortejo de emulações no sentido da participação coletiva: ressaltar exemplo de iniciativas bem sucedidas; utilizar os meios de co-

municação de massa, de preferência em programas do tipo de debates, onde o público também possa participar; e finalmente utilizar com propriedade e parcimônia incentivos econômicos. Deve-se disciplinar a participação, de forma que todos reconheçam o modo pelo qual podem fazê-lo, dentro de suas qualificações e das respectivas possibilidades.

O que frequentemente se observa: a indisciplina no modo de participar, caracterizada por uma verdadeira competição por "status", mimetizada em "preocupação com o problema da poluição", decorre da ausência de definição do papel de cada um. Tais insucessos se devem, à posição vaga do **ponto de vista**, que por sua vez, tem como raízes a incompreensão do problema, pelos seus responsáveis.

É lógico, que, caracterizado o **ponto de vista**, o conhecimento das peculiaridades do problema e a adoção de técnicas adequadas de comunicação, conduzirá a um movimento generalizado, no sentido de cada um procurar dar de si o melhor, para a preservação do meio. Para que o progresso de participação seja abrangente, a arregimentação deverá ser descentralizada. Nesta tarefa, podem ser de grande utilidade as diversas associações comunitárias.

8. A LEI PARA OS NÃO SINTONIZADOS

Com o apoio e compreensão de um grande número de indivíduos, o desleixo, os argumentos de ordem econômica, e outras atitudes pessoais que conduzem ao incremento da poluição, passariam a ser vistos com maus olhos pela maioria sintonizada com o problema, e aí então a lei teria condições de atuar, e funcionar como instrumentos de dissuasão. Como é notório, não basta haver lei, embora seja necessário, é indispensável para o seu acatamento, que o público esteja de maneira geral condicionado a respeitá-la, pela convicção ou pela pressão social, e, apenas excepcionalmente pelo temor das penas previstas no instrumento legal.

A ecologia tem suas próprias leis, baseadas nos direitos e deveres das espécies, suas associações e sistemas ecológicos. O uso da natureza (para ocupar espaço, obter energia e crescer é permitido a todos dentro de certos limites e condições, que, analisados com cuidado revelam a preocupação de manter o equilíbrio geral, e, ainda, o crescimento da biomassa terrestre em contínua ascensão, o que resulta na fixação da energia que atinge a terra com a máxima eficiência (o que é também denominado

de negentropia por representar uma tendência contrária à degradação da energia caracterizada pelo crescimento contínuo da entropia). Entre nós também o Direito intenta regularmente as condições de expansão do homem, em todos os planos, pois a procura generalizada de espaço e energia para realizar expansões, gera praticamente todos os conflitos da humanidade.

A poluição, sendo ela mesma um sistema de expansão, e, somente podendo ser combatida por uma ação coordenada, é evidente que, passa a ser objeto de legislação abrangente, atingindo todos os setores do Direito.

O colóquio da União Internacional dos Magistrados (presidida na ocasião pelo Magnífico Reitor da UEG, Prof. Oscar Tenório) realizado no Brasil, em agosto de 1971, nas cidades do Rio de Janeiro e Brasília, apresentou uma série de recomendações bastante consciente e objetivas, quanto ao papel do legislador e dos juízes, com relação ao problema da Poluição.

A legislação deve ter presente o pensamento adotado quanto à poluição, a partir das leis gerais (Código Civil, Código Penal etc.) e não faltar na legislação fiscal. Os dispositivos presentes nas leis fiscais devem ser bastante flexíveis permitindo que os órgãos administrativos responsáveis pela aplicação e fiscalização das leis, possam regulamentar o modo de fazê-lo de acordo com a situação presente e o caso objetivo; já as leis gerais devem ser amplas porém claras e inflexíveis.

De qualquer forma, no âmbito judiciário, é de notável relevo o papel do perito, pois é indispensável que a apreciação técnica do problema seja feita com propriedade.

9. OS OBJETIVOS TAMBÉM SÃO HOLÍSTICOS

É fato, que, a fixação de objetivos definidos, que constitui a pedra angular da moderna técnica administrativa, não pode ser feita “*à priori*” para o caso da poluição, pois sendo a poluição um fenômeno holístico, as metas são variáveis no tempo e no espaço, em função do ***ponto de vista***, do ***nível*** e da ***extensão***. Assim devem ser fixadas não metas, mas uma política face ao problema da poluição, onde o enfoque das matrizes dos objetivos seja lúcido e realista, e, onde as tendências e ordem hierárquica dos problemas a serem enfrentados permita uma visão clara das ações a serem realizadas, estas sim, com objetivos setoriais definidos.

Como exemplo da variação temporal, dos objetivos do combate à poluição, basta verificar como se modificam as definições do próprio termo poluição. As definições clássicas (revelando o ponto de vista abrangente à época) primavam pela conotação estética, usando à guisa de sinônimos de poluir, verbos como: manchar, adulterar, conspurcar etc. Em seguida acrescentou-se gradativamente ao conceito de poluição fatores sanitários (afetar à saúde humana, etc.) e econômicos (causar danos à propriedade, etc.) e finalmente ecológicos (prejudique à fauna e à flora). A título de exemplo vejamos a definição de **poluição das águas** contidas no Decreto Federal de 28/02/67, que cria o Conselho Federal de Controle da Poluição e dá outras providências:

Poluição das águas – *qualquer alteração das propriedades físicas químicas e biológicas das águas sob qualquer forma pela qual se apresentam na natureza, causada por substância em qualquer estado da matéria, que direta e indiretamente:*

- a) crie ou possa criar condições nocivas ou ofensivas à saúde, à segurança e ao bem estar público;
- b) prejudique à flora e à fauna;
- c) contenha óleos, graxas, lixos ou detritos;
- d) prejudique o seu uso, para fins domésticos, industriais (refrigeração, lavagem, etc. recreativos (natação, pesca, etc.) de piscicultura e navegação e para outros fins, justificados e úteis ou afete o aspecto estético das águas;
- e) passa afetar desfavoravelmente de alguma forma os lençóis de águas subterrâneas.

É interessante observar que a definição acima poderia ser muito mais sintética, abrangendo o mesmo conceito contido na mesma, entretanto nota-se a preocupação didática da definição adotada, procurando indicar o que polui e que efeitos pode causar e em que meio pode ocorrer.

A ótica holística, como já vimos, parte do fenômeno **expansão**, para conceituar poluição como: perturbação do processo expansivo pela interferência de resíduos do sistema que se expande, ou de outros, que lhes sejam contíguos.

10. A POLÍTICA RACIONAL DE COMBATE À POLUIÇÃO: SEUS EFEITOS

Podemos finalmente, tomar como conclusões racionais da exposição feita, que alguns princípios devem ser obedecidos, ao se estabelecer a política de combate à poluição:

1. considerar o problema em conjunto, mesmo que no momento o que nos incomode seja um fato isolado;
2. não atacar a esmo as fontes de poluição, ainda que hajam recursos tecnológicos e supostamente financeiros para tanto;
3. fixar o **ponto de vista**, face às condições objetivas;
4. estabelecer prioridades – em todos os planos – através de métodos racionais e dentro do **ponto de vista** fixado, e dos **níveis** e **extensão** encontrados;
5. para o caso da poluição hídrica, antes de misturar despejos de fontes diversas reduzir os **níveis** a um denominador comum (em geral o dos esgotos sanitários);
6. evitar a elevação do nível no transporte, o que para resíduos sólidos ou líquidos sujeitos a decomposição, resulta numa limitação nas distâncias de percurso aos locais de tratamento;
7. no caso de planejamento regional e/ou urbano, destinar criteriosamente áreas, a distâncias compatíveis, e em dimensões que estejam em correspondência com os **níveis**, **extensões** e o **ponto de vista** da poluição prevista;
8. no caso de cidades existentes, destinar por desapropriação ou outra medida cabível (caso área pública) no mais breve tempo possível os espaços definidos em 7;
9. fazer o afastamento centrífugo, nunca trazer de zonas menos densas e utilizadas os resíduos para zonas mais valorizadas e nobres;

-
10. planejar os sistemas de combate à poluição, sempre, com flexibilidade (poder de suportar, dentro de certos limites, variações de ***nível*** e ***extensão***); segurança; e controle (a operação dos sistemas deve também fornecer informações para o seu aperfeiçoamento e o de futuros planos).

A adoção de uma política racional de combate à poluição resulta nos seguintes efeitos:

1. menores custos globais;
2. economia de energia e matérias primas;
3. maior desfrute existencial do homem;
4. possibilidade de expansão sócio-econômica, em todos os sentidos e atingindo níveis mais elevados.

CAPÍTULO 2

SANEAMENTO – SUBSÍDIOS PARA UM INSTRUMENTAL DE ANÁLISE

**Trabalho apresentado no VII Congresso de Engenharia Sanitária
Rio de Janeiro (ABES)**

1975

Szachna Eliaz Cynamon

1. INTRODUÇÃO

Tomado na sua essência, nos seus objetivos básicos, o Saneamento visa fundamentalmente proteção e promoção de Saúde.

Com a evolução, adquire implantações mais gerais e relacionamento com outros setores de atividade, mas, na sua essência é parte das ações sobre a Problemática da Saúde.

Em cada país, no entanto, de acordo com a tradição, interesses, e estrutura política administrativa, Saneamento pode estar ligado à um outro Setor de Atividade do Governo. Assim há por exemplo países em que o seu controle está ligado ao Ministério da Saúde, em outros ao Ministério do Interior, em outros ao Ministério da Viação e Obras, Ministério de Municipalidades, Planejamento ou Segurança.

Influi e recebe influência dos mais variados setores, como por exemplo:

1. Abastecimento de água de uma cidade é seu ponto mais vulnerável do ponto de vista da segurança integral;
2. O transporte influi sobre medidas de Saneamento, foi através do transporte aéreo que se infiltrou no Brasil o *Anopheles gambiae*³;
 - ❖ Através do transporte marítimo recebemos as ratas que se encontram disseminadas em todo o país;
 - ❖ A implantação da Rio - Bahia, levou a esquistossomose do Nordeste para o Sul;
 - ❖ Não pode haver implantação de rodovias, ferrovias, aeroportos sem infra-estrutura de Saneamento;
3. Na agricultura:

³ *Anopheles gambiae* é um mosquito pertencente ao gênero *Anopheles*, sendo de origem africana. Hospedeiro e transmissor da malária, sendo principal vetor da malária na África, o adulto tem como hábito de viver dentro das habitações humanas e ter como vítima principal o homem, sua larva se cria em poças rasas de águas limpas no solo que sejam pobres em vegetação e expostas ao sol, mas podem ser encontradas em cacimbas e poços rasos. Foi introduzido no nordeste brasileiro possivelmente em 1930 vindo em barcos provenientes da costa africana, durante 1938 até 1939 foi o principal vetor de uma das maiores epidemias de malária registradas no Brasil, foi erradicado do país em 1940. Consoli RAGB, Lourenço-de-Oliveira R. (1994). **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. (PDF). Editora Fundação Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Brasil.

- a. os modernos defensivos constituem óbice serio para a Poluição Ambiental;
 - b. a irrigação mal feita causa a disseminação de criadouros de mosquitos.
4. O Planejamento Territorial e a Urbanização, bem como a arquitetura influem sobre diversos aspectos da problemática se Saneamento mas um que é geralmente esquecido é o aspecto da problemática do lixo, cuja solução envolve na área urbana grandes desperdícios, que são reduzidos ou aumentados de acordo com os aspectos da arquitetura e urbanização;
5. A exploração de energia elétrica influi nas soluções de Saneamento e recebe sua influência;
- a. A construção de barragens para fins de aproveitamento hidroelétrico tem conotações com aspectos de Saneamento;
 - b. O uso de carvão ou produtos de petróleo implica em poluição;
6. As áreas e sistemas de recreação dependem de medidas de Saneamento tais como controle de poluição;
7. A educação influi na escolha de métodos de Saneamento e no seu bom ou mau aproveitamento e por outro lado a existência ou ausência de medidas de Saneamento influem sobre a educação;
8. Do ponto de vista da economia:
- a. O processo de estudo, implantação e operação de sistemas de Saneamento envolve dispêndios, que tem que ser confrontados com resultados obtidos;
 - b. Evidentemente saúde e doença têm como preço a própria morte.

Dentro de um processo econômico existem, contudo outros relacionamentos de medidas de Saneamento com economia como por exemplo:

- ❖ A moderna indústria de turismo depende de bons abastecimentos de água e controle da poluição em geral;

- ❖ Não pode haver incremento industrial sem água e controle da poluição.

Mas na sua essência no seu objetivo inicial, será relacionado à saúde.

Neste relacionamento existem alguns princípios gerais que devem ser convenientemente conhecidos e cuja inobservância leva a maus resultados em grandes e grande número de investimentos.

Neste trabalho procuramos anunciar e exemplificar os princípios que julgamos de importância na análise de qualquer sistema de Saneamento.

2. PRINCÍPIOS GERAIS

De uma forma simples, Saneamento pode ser assimilado a um conjunto de barreiras interpostas entre sistemas e ambiente. Barreiras que são colocadas a saída de um sistema para evitar a poluição do ambiente, e barreiras colocadas a entrada de sistemas (individualmente = homem, coletivo = comunidade ou fábrica por exemplo). Com propósito de defender os sistemas contra danos que lhe possam trazer elementos nocivos do ambiente.

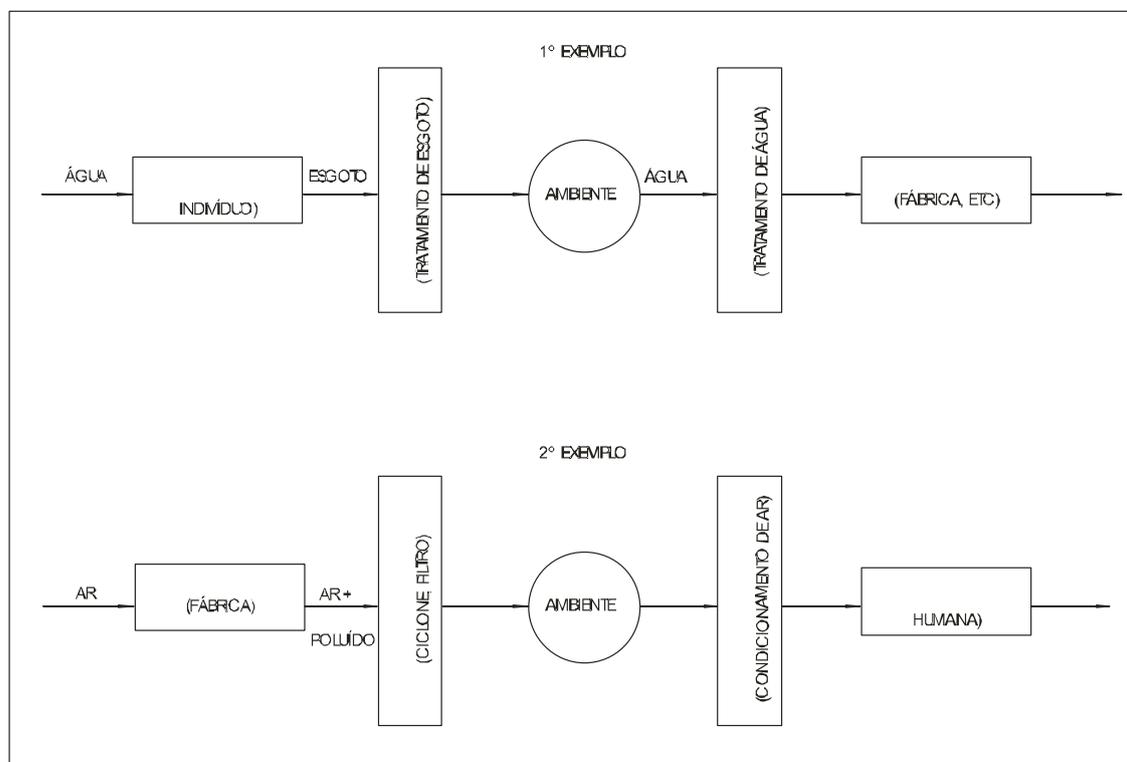


Figura 1. Conjunto de barreiras interpostas entre sistemas e ambiente.

A primeira barreira a de defesa do Ambiente ou a segunda da defesa do Sistema ou as duas reunidas, não dão o máximo de resultados se não incluírem além de aspectos físicos, aspectos humanos, de mudanças de hábitos, usos, costumes e conscientização em torno do problema.

Talvez este aspecto pudesse ser considerado como um primeiro princípio em Saneamento.

Outros princípios gerais são igualmente importantes para obtenção de resultados e análise de deficiências que ocorrem na obtenção dos mesmos.

1º. Princípio: da importância da concentração humana

O primeiro dentre eles seria o que define a importância da densidade humana.

“As medidas de Saneamento se tornam tanto mais importantes quanto maior a densidade ou de suas atividades por unidade de área”.

A presença humana e de suas atividades poluem, e tem com contrapartida a auto-depuração natural; dependendo porém da concentração humana por unidade de área (incluindo-se aí não somente a presença numérica mas também a de suas atividades, fábrica por exemplo, emissário de esgotos, etc.) a auto depuração não consegue vencer a poluição em tempo hábil.

É que acontece, por exemplo, no ponto de lançamento de um emissário no mar. Por maior que seja a vazão de esgoto, que valor teria em relação ao volume de água do mar? Entretanto no ponto exato de lançamento é tremendamente grande e para evitar danos são necessárias certas medidas,

A aplicação do princípio, torna-se crítica no micro-ambiente, habitação, fábrica, quartel, escola, hospital, locais de recreio onde a concentração de poluentes por unidade de área também se torna crítica.

Sob certo aspecto as medidas de Saneamento só se tornam realmente efetivas quando atingem ao micro-ambiente. É o caso, por exemplo, dos abastecimentos de água, esgotos, lixo, etc.

É comum a violação deste princípio com as naturais conseqüências em casos de emissários, tomadas de água, chaminés de fábricas, etc.

2º. Princípio: a importância do detalhe

“A obtenção de resultados em Saneamento depende as vezes da observância de detalhes mínimos”,

ou em outras palavras a inobservância de detalhes mínimos põe a perder investimentos por vezes fabulosos.

Os exemplos são inúmeros:

Poderíamos citar o caso do papel do posicionamento das torneiras nas pias para evitar que se dêem as ligações cruzadas, que poluem água tratada.

- ❖ a falta de desinfecção inicial de reservatórios e redes de água antes do seu uso como causa de graves danos a poluição;
- ❖ a recontaminação das águas tratadas pelo mau posicionamento das calhas nos filtros invertidos.

3º. Princípio: alcance e controle

Este princípio de importância inclusive social é fundamental importância técnica.

"As medidas de Saneamento para serem realmente efetivas dentro de uma determinada área tem que ser abrangentes, proteger por medidas de Saneamento pequena área dentro de um contexto maior significa colocar em risco de saúde não somente a área como um todo mas principalmente a área supostamente protegida".

É uma decorrência da própria natureza das medidas de Saneamento que são barreiras de proteção interpostas entre indivíduos ou coletividades e o meio que, com o tempo fazem os indivíduos por elas protegidos perder a imunidade que naturalmente adquirem contra doenças que circulam em meio não protegido.

O contato com indivíduos ou coletividades próximos onde devido a falta destas proteções existem naturalmente portadores e doentes, ou ainda o contato direto com ambientes poluídos levá-os a risco graves de adoecer.

Este princípio talvez explique o que ocorre com poliomielite que era considerada problema de países mais desenvolvidos.

A pólio apresenta formas tanto graves quanto atinja a indivíduos em classe etária mais elevada. De um modo geral os estudos para levantamento da experiência de contato de indivíduos com o germen da pólio dão como resultados curvas diferentes nas coletividades em desenvolvimento e nas desenvolvidas.

A imunidade passiva transmitida pelas mães aparece declinante no primeiro ano de vida em ambos os casos. A diferença está em que o contato com a doença aparece mais cedo nas comunidades subdesenvolvidas ou em desenvolvimento sendo que nas comunidades ela aparece mais tarde, em decorrência da presença de medidas de Saneamento e maior estratificação social. No caso das comunidades mais atingidas por falta de barreiras de Saneamento, ou germens da doença circula livremente e o contato das pessoas com elas se dá mais precocemente isto mesmo em algumas áreas protegidas, através do convívio com empregados homens de bar, restaurantes, etc., que vivem em locais não saneados.

Nas comunidades desenvolvidas o convívio mais próximo das diversas camadas com a idade escolar; daí o perigo do Saneamento diferencial.

Num estudo sobre epidemia de hepatite feito na Índia (*Indian Journal of Medical Research* –Vol. XVI Sup. Number – Jan – 57 – Kampur – *Infection Hepatites in Dehi* – 1955/56), uma das epidemias estudadas atribui a diferença estatisticamente significativa da incidência em duas áreas às condições de abastecimento da água, sendo que em ambas as áreas a incidência foi maior na população mais bem aquinhoadada inclusive com melhores condições de Saneamento mostrando os perigos do Saneamento diferencial.

4º. Princípio: do período de carência

Finalmente um quarto princípio importante na análise de sistema de Saneamento é o do período de silêncio e carência:

"O período que madeia entre a implantação de medidas de Saneamento e os resultados sanitários é variável dependendo das entidades mórbidas a serem controladas e das medidas aplicadas".

- o resultado obtido no controle de febre tifóide com a desinfecção de abastecimento público de água, ou a queda da mortalidade infantil quando se leva abastecimento de água em quantidades e qualidades razoáveis sai exemplo de respostas rápidas;
- a prevalência da amebíase ou da esquistossomose não caem rapidamente com a introdução de sistemas de abastecimento de água ou esgotos sem outras medidas paralelas. No trabalho do Professor J. Oliveira referente a levantamento feito sobre parasitas, aparece exemplo de distribuição etária da amebíase na cidade Universitária de São Paulo em que justamente o grupo mais resistente e menos vulnerável apresenta maior prevalência, na decorrência mesmo do fato de que os segundos quando veio a melhora de Saneamento já se achavam infectados e só lentamente vão-se livrando da infecção, a não ser que se apliquem outras medidas paralelas.

3. CONCLUSÕES

De forma mais simples procuramos enunciar princípios gerais de Saneamento, cujo conhecimento julgamos importante para Engenharia Sanitária, principalmente como instrumento na análise de sistemas em funcionamento, para a sua correta avaliação bem como na análise de projetos para evitar deficiências futuras:

sugerimos seja progressivamente catalogados exemplos vivos inobservância desses princípios em sistemas ou projetos a fim de que os projetistas e executores bem como a população possam se beneficiar evitando sua incidência.

CAPÍTULO 3

A HISTORIOGRAFIA DO RIO CARIOCA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

Alexandre Pessoa Dias

Thereza Christina de Almeida Rosso

Gandhi Giordano

1. INTRODUÇÃO

As atuais condições de uma cidade estão intrinsecamente relacionadas com as relações estabelecidas em seu processo histórico, resultante das interações entre o ser humano, o meio ecológico, a infraestrutura, as instituições e as firmas, elementos constituintes dos espaços (SANTOS, 2008). Os sistemas de saneamento são estruturas, equipamentos e serviços dinâmicos cuja historiografia se confunde com a própria história das urbes, na trajetória de sua organização socioespacial e na relação antrópica com os ecossistemas localizados em sítios urbanos. Sua evolução está vinculada ao desenvolvimento do Estado, ao modo de produção, ao desenvolvimento tecnológico e à distribuição de renda.

Desde as suas origens o Rio de Janeiro sempre foi uma cidade com sede. Enquanto primeiro manancial superficial utilizado, o rio Carioca foi palco de grandes lutas pelo aproveitamento de suas águas e pela conquista e domínio das terras a ele contíguas. A fim de viabilizar sua utilização para dessedentação, foi construída a maior obra de saneamento do período colonial - os Arcos da Lapa.

Compreender os esforços e energias desprendidas historicamente na solução dos problemas sanitários e ambientais é imperativo para que se amplie ou complete a visão do problema. A análise histórica exerce papel preponderante no processo de vitalidade da sociedade pelo diálogo entre o antigo e o novo, o clássico e o moderno, o consagrado e o emergente, devendo ter olhar reflexivo para o passado, atuante no presente e atento para o futuro.

Nesse contexto, observa-se que a Cidade do Rio de Janeiro, por ter sido durante séculos o centro político e cultural do Brasil, ocupou papel pioneiro no saneamento do país. O Rio foi a terceira capital, a quinta cidade do mundo e a primeira das Américas a dispor de um sistema de esgotamento sanitário. Em 1864, seu sistema de esgotamento sanitário já era composto de rede coletora, estação elevatória e estação de tratamento. No entanto, a cidade sofreu por ter não obedecido algumas normas elementares de urbanização que lhe garantissem um crescimento mais ordenado.

Desprovida de planejamento urbano adequado às demandas sanitárias e ambientais, a metropolização da Cidade do Rio de Janeiro potencializou os impactos negativos nas suas bacias hidrográficas urbanas, configurando-se áreas de

vulnerabilidade socioambiental. Um exemplo singular dessa situação pode ser visto na bacia hidrográfica do rio Carioca. Sua importância histórica para o crescimento da urbe é narrada por vários especialistas e reconhecida pela sociedade. Entretanto, este corpo hídrico encontra-se gravemente comprometido em seus aspectos ambientais.

A relação entre natureza e sociedade é historicamente determinada pelo desenvolvimento econômico e social. O conhecimento das diversas intervenções realizadas no rio Carioca, tanto de agressão ambiental quanto de tentativas de proteção e controle da poluição, certamente apresenta experiências importantes sobre os sistemas de saneamento no município e auxiliam no entendimento do atual estágio de degradação ambiental, subsidiando possíveis propostas de valorização ambiental da drenagem urbana que, viabilizadas, poderiam se tornar referência à mudança de paradigma das intervenções de saneamento na Cidade do Rio de Janeiro.

2. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARIOCA

O rio Carioca⁴, independente das dúvidas etimológicas que seu nome encerra, deu origem ao nome dos habitantes do Rio de Janeiro. É uma pequena sub-bacia contribuinte da baía de Guanabara com 7,9 km², extensão de 7,1 km e vazão total em tempo seco de 575 L/s (SCHLEE, 2001). Nasce nas Paineiras, na chamada Lagoa dos Porcos, próximo à Estrada do Sumaré, na Serra da Carioca, pertencente ao Maciço da Tijuca (**figura 1**). Tendo como afluentes os riachos Silvestre e Lagoinha desce ao longo do Vale das Laranjeiras. Seu leito principal desce pelo interior das florestas, passando pelas vertentes do Cosme Velho, Laranjeiras e Catete. A **figura 2** apresenta a delimitação da bacia hidrográfica do rio Carioca.

⁴ Carioca - nome tamoio é Acarioca (com significado de casa, refúgio, parapeiro). **Nota dos Autores.**

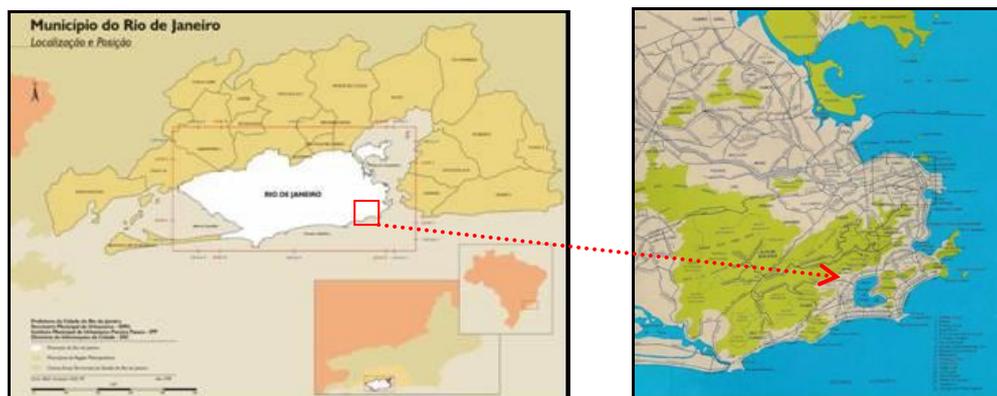


Figura 1: Localização geral do Maciço da Tijuca.

Fonte: Site da Prefeitura Municipal da Cidade do Rio de Janeiro *apud* ROSSO e DIAS, 2005.

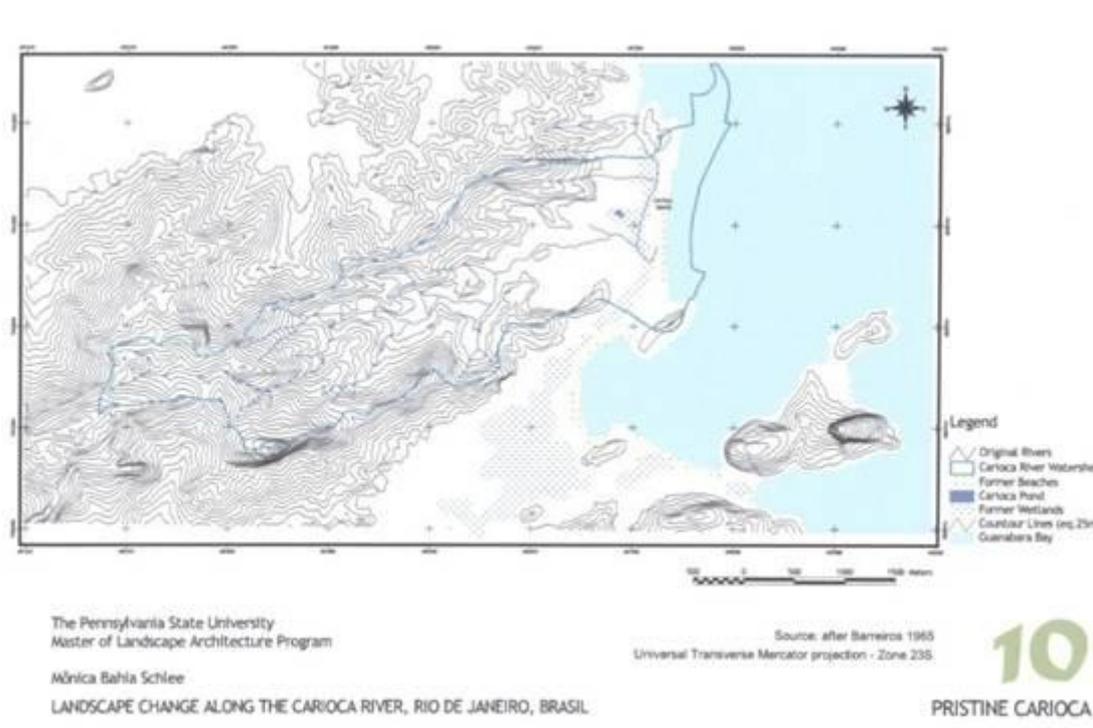


Figura 2. Delimitação da bacia hidrográfica do rio Carioca.

Fonte: SCHLEE, 2002.

Na Estrada das Paineiras, próximo ao estacionamento do Corcovado, em ambiente bucólico, amplamente visitado por moradores e turistas, encontra-se a primeira represa de controle de vazão (**figura 3**).

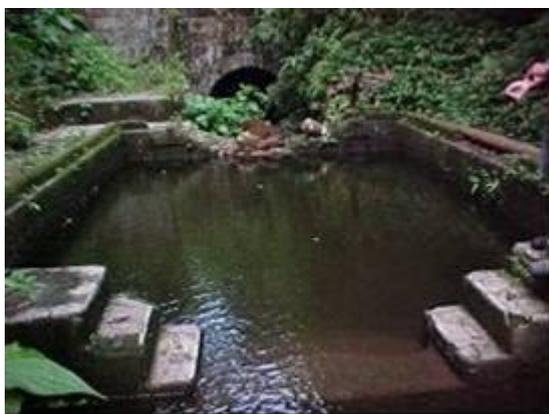


Figura 3: Represa de controle de vazão.

Foto: DIAS, A.P. fev. 2002.

Na rua Almirante Alexandrino - outrora rua do Aqueduto - no Morro do Inglês, estão o Reservatório da Ladeira do Ascurra e a caixa de derivação, datados de 1868 e 1744, respectivamente (**figuras 4a e 4b**) e de onde as águas eram conduzidas para o Aqueduto da Carioca a fim de abastecer a cidade. Seculares, estas estruturas encontram-se atualmente em estado precário de conservação.



(a) Reservatório da Ladeira do Ascurra



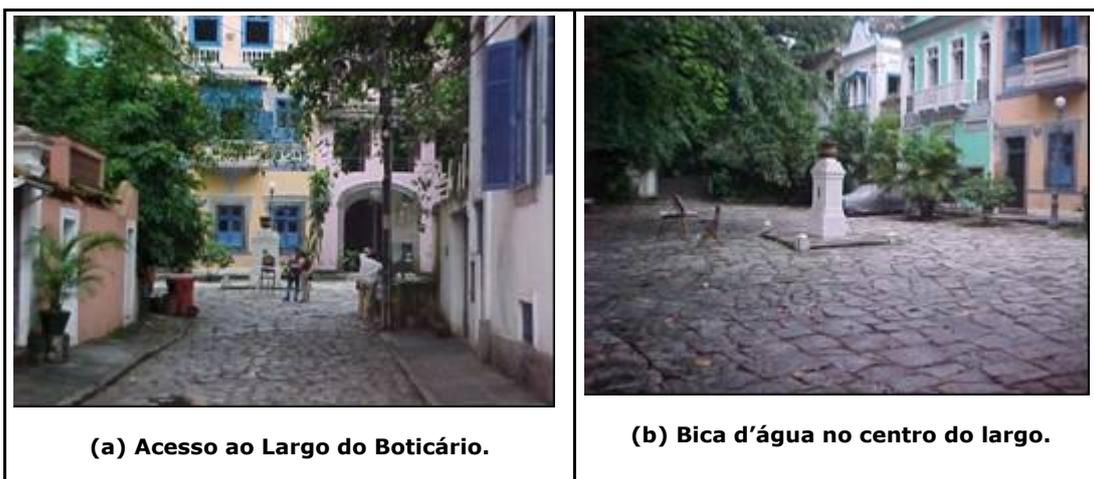
(b) Caixa de derivação

Figuras 4. a) Reservatório da Ladeira do Ascurra; b) caixa de derivação do aqueduto.

(a) Revista de Engenharia, jan.-mar. 1965, b) Foto: DIAS, A.P. fev. 2002.

Nos limites do Parque Nacional da Floresta da Tijuca, o Carioca ainda conserva parte significativa das suas características geomorfológicas. O rio passa ao lado da rua Conselheiro Lampréia dos Guararapes e desce pela ladeira da rua Cosme Velho. Nesse trecho a qualidade de suas águas já se encontra totalmente comprometida.

Passa em galeria sob a saída do túnel Rebouças para em seguida ressurgir para ser contemplado nas proximidades do Largo do Boticário - Área de Proteção do Ambiente Cultural do Cosme Velho⁵. As **figuras 5a** e **5b**, a seguir, apresentam detalhes deste patrimônio histórico-paisagístico.



Figuras 5. Aspectos do Largo do Boticário. a) Acesso ao Largo do Boticário; b) Bica d'água no centro do largo)

Fotos: DIAS, A.P. fev. 2002.

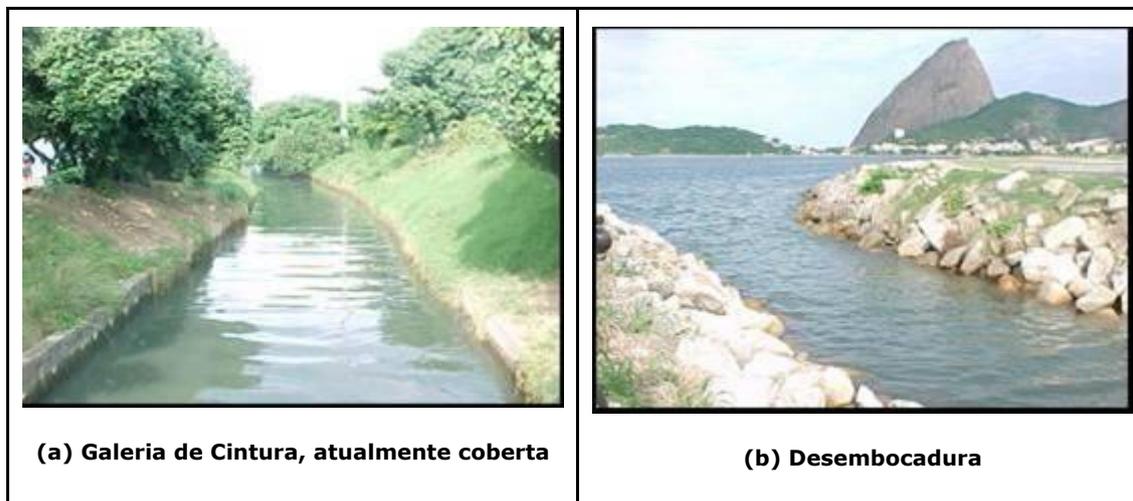
Logo abaixo, na Praça do Cosme Velho, o rio desaparece sob o pavimento transformando-se em uma grande galeria de drenagem que prossegue pelo trajeto aproximado paralelo às ruas: Cosme Velho, das Laranjeiras, Conde de Baependi e Barão do Flamengo, seguindo até o Parque do Flamengo e a praia.

Em tempos remotos, o Carioca era muito mais volumoso que hoje (RITTA, 2009) e possuía uma ramificação intermitente, aproximadamente paralela à rua do Catete⁶, denominado rio Catete. Desembocava próximo à outrora praia do Russel, no antigo Saco da Glória, onde, após aterros, localiza-se atualmente a rua do Russel. Na confluência do Carioca e o Catete, em época de chuva formava-se uma lagoa cujo aterramento deu origem ao Largo do Machado. O braço principal, que naturalmente tinha sua foz na baía de Guanabara, foi posteriormente capturado por uma galeria de

⁵ O Plano Diretor da Cidade (1992, art.124) define Área de Proteção do Ambiente Cultural (APAC) como instrumento urbanístico aplicável em áreas de "domínio público ou privado", que apresentem "relevante interesse cultural e características paisagísticas notáveis, cuja ocupação deve ser compatível com a valorização e proteção da sua paisagem e do seu ambiente urbano e com a preservação e recuperação de seus conjuntos urbanos". Estabelece duas categorias a serem contempladas na criação de uma Apac: os **bens tutelados**, passíveis de renovação plena e adaptação, desde que de acordo com os padrões paisagísticos protegidos pela Apac; e os **bens preservados** definidos como imóveis que devem "(...) manter as características que tenham sido identificadas como de importância para ambiência e identidade cultural da Área, segundo critérios estabelecidos pelo órgão de tutela"

⁶ Ao contínuo ir e vir dos aguadeiros "carregadores de água" foi-se formando uma trilha denominada caminho do Catete⁶(nome da atual rua).

cintura⁷ construída na praia do Flamengo, desviando novamente sua foz para um enrocamento artificial, conforme pode ser visto nas **figuras 6a** e **6b**.



Figuras 6. (a) Trecho final do Carioca com a galeria de cintura; (b) Desembocadura na praia do Flamengo.

Fotos: DIAS, A.P. fev. 2002.

3. IMPORTÂNCIA DO RIO CARIOCA PARA A CIDADE DO RIO DE JANEIRO

Desde tempos imemoriais, o rio Carioca era utilizado e venerado pelos verdadeiros donos desta terra, os índios. Antes mesmo do nascimento da cidade, este rio era fonte de água potável para as embarcações que passavam próximas à sua foz, lugar que ficou conhecido como Praia da Aguada dos Marinheiros, hoje aterro contíguo à Praia do Flamengo. Suas águas abasteceram índios, franceses, flamengos, portugueses e brasileiros provenientes de outras capitânias, se tornando uma área estratégica, palco de sangrentas disputas.

Em 1º de março de 1565, o capitão-mor Estácio de Sá fundou a Cidade de São Sebastião do Rio de Janeiro, no istmo situado entre os morros Cara de Cão e Pão de

⁷ A cidade se valeu da implantação de **galerias de cintura** para impedir o lançamento de águas pluviais contaminadas por esgoto sanitário em determinados pontos ou trechos dos corpos hídricos. Estas "galerias", na forma de canalizações abertas ou fechadas, além de tubulações, interceptam os pontos de lançamento de galerias de águas pluviais contaminadas ou diretamente de ligações irregulares de esgoto sanitário e concentram suas vazões para lançamento em pontos previamente fixados. (DIAS, 2003).

Açúcar, localizado estrategicamente na entrada da baía de Guanabara. A primeira providência tomada foi mandar escavar ali mesmo no sopé do Morro Cara de Cão, um poço para abastecimento de água, que logo se mostrou insuficiente. Ainda do sítio que ficou conhecido como Vila Velha, saíam embarcações portuguesas que iam em busca das águas límpidas do Carioca.

Dois anos após a fundação da cidade, devido à área ser imprópria para expansão e mediante a vitória sobre os franceses em batalha travada próximo ao rio Carioca, o núcleo primitivo de colonização foi transferido para o morro do Castelo, e a partir daí sua expansão para as várzeas, ficando alguns poucos remanescente na antiga vila.

O morro do Castelo era desprovido de nascentes e em seus arredores as águas salobras eram inadequadas para dessedentação. Assim, construiu-se uma ladeira em direção ao rio Carioca, por ser este a fonte mais próxima e acessível para o abastecimento de água, sendo utilizado como manancial por longo período, tanto na foz como em diversos pontos mais a montante.

A **figura 7** representa os primeiros traçados realizados pelos colonizadores. Na descida da vertente sul do morro do Castelo formava-se um estreito caminho entre as lagoas de Santo Antônio e Boqueirão, chamado de Caminho do Desterro (atual rua Evaristo da Veiga). O seu prolongamento à esquerda servia aos que iam em demanda das distantes águas do rio Carioca, dando origem aos traçados das futuras ruas da Lapa, Glória e do Catete, primeiro eixo longitudinal a cortar o vale em direção a região sul (COARACY, 1965). Contornando a outra face do morro de Santo Antônio, surgiu o caminho que viria a ser a estrada Mata-Cavalos, que continuava pela Mata-Porcos, origem das atuais ruas do Riachuelo e Frei Caneca, respectivamente.



Figura 7. Primeiros caminhos na época da fundação da cidade.
Revista Municipal de Engenharia, jan. março 1986.

Como fonte de abastecimento, as águas do rio Carioca eram utilizadas diretamente para o consumo dos senhores de escravos, indígenas e posteriormente pelos negros, ou vendidas aos habitantes que não dispunham de escravos próprios. Os potes utilizados nessa época eram chamados de **igaçabas**. Surgiu assim a figura dos aguadeiros (**figuras 8 e 9**), o que pode ser considerado o “primeiro serviço de água da cidade”.



Figura 8. Aguadeiro.
Fonte: ANA, 2007.

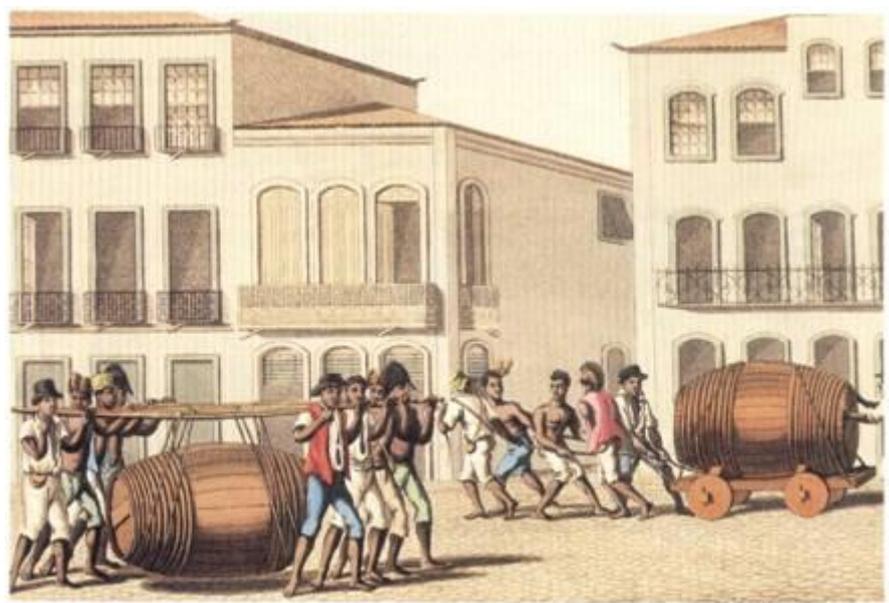


Figura 9. Pretos de ganho, Chamberlain, 1820.

Biblioteca Nacional, Divisão de Iconografia, *apud* DIAS, 2003.

A princípio, a água era vendida nas ruas, de porta em porta, aos consumidores que não dispunham de escravos para apanhá-la no rio. Poços cavados no solo, nos quintais completavam o abastecimento à época. Os pontos de abastecimento de água foram subindo o curso do rio em consequência do avanço do processo de ocupação e poluição e, como esta era uma tarefa longa, dispendiosa e perigosa, aumentava a pressão dos moradores. Sucessivas reclamações pediam uma solução definitiva para o problema do abastecimento da cidade.

À medida que a população da cidade crescia, o comércio de água proveniente do rio Carioca aumentava. Pessoas viviam do fornecimento direto do precioso líquido, no entanto o fornecimento a porta dos moradores tornou-se proibitivo para muitos em função do alto preço cobrado pelos aguadeiros. Confirmava-se o caráter inadiável da canalização desse rio e a condução de suas águas até chafarizes públicos da cidade (Cavalcanti, 2004).

Cresce sua importância enquanto manancial com a construção do **Aqueduto dos Arcos da Lapa**, que permitiu o encaminhamento das águas até o Largo de Santo Antônio (atual Largo da Carioca), onde foi instalado o primeiro chafariz da cidade, e suas dezesseis torneiras de bronze, vindo de Portugal, conforme representado na **figura 10**.

Inicia-se nesse período, a Era dos Chafarizes, que juntamente com as bicas, poços e cisternas, constitui-se no primeiro sistema oficial de abastecimento de água no Brasil, embrião das obras públicas de saneamento na cidade e que permaneceu praticamente por todo o século XIX.

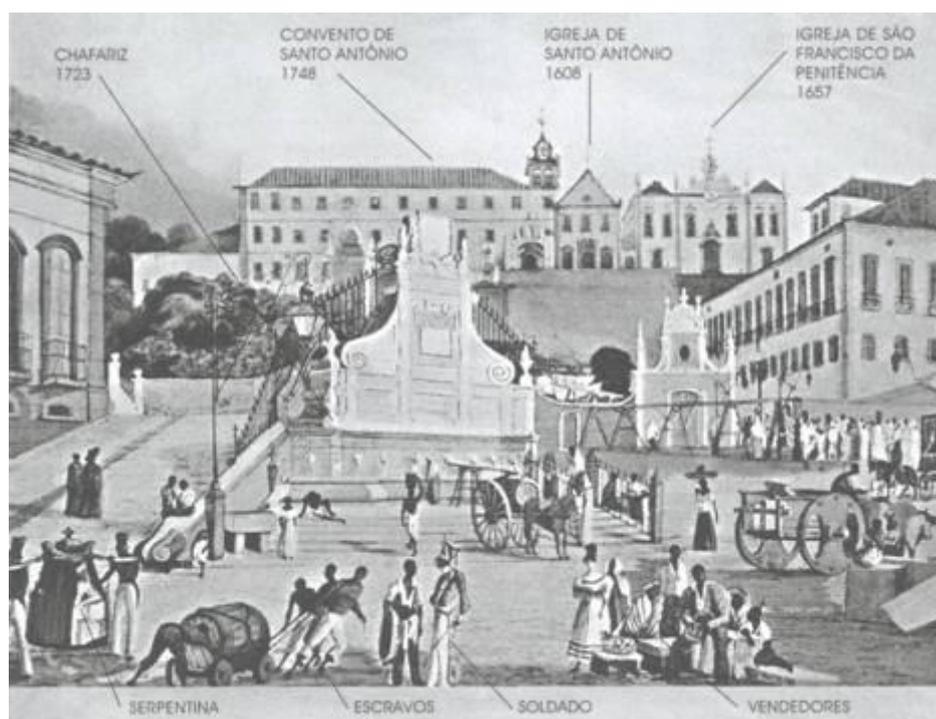


Figura 10. Chafariz do Largo de Santo Antônio.
 W. SMITH, 1833, *apud* DIAS, 2003.

Ao longo de sua trajetória, este curso d'água abriga diversos testemunhos que registram marcos históricos da evolução técnica da engenharia e dos sistemas de abastecimento de água da cidade, em uma paisagem marcada pela diversidade social, cultural e ambiental.

4. ARCOS DA LAPA

Verdadeiro ícone da atuação da engenharia nacional, cartão postal da cidade, os Arcos da Lapa são reconhecidos internacionalmente como um dos principais monumentos histórico do país. Todavia, este empreendimento foi marcado por uma sucessão de percalços que consumiram mais de um século para a conclusão.

Devido à constante pressão dos habitantes, já em 23 de dezembro de 1617, o Governador Geral criava um imposto sobre os vinhos a fim de financiar as obras do futuro aqueduto. Em 1623, a Câmara do Rio de Janeiro contrata os serviços para execução das obras, que sofreram, por diversos motivos, sucessivas interrupções. As obras reiniciaram-se intensamente em 1719, no governo de Aires Saldanha, estando concluídas em 1723 com a inauguração do Chafariz da Carioca. O Aqueduto do Carioca possuía 6,6 km, recolhendo as águas das diversas nascentes que compunham a bacia do rio Carioca. O trecho pela encosta das montanhas possuía paredes laterais com arcadas em alvenaria de até 1,8 m de altura e 2,0 m de largura. Próximo ao final do aqueduto foram construídos os arcos, conhecidos como Arcos Velhos da Carioca, a fim de vencer o vale localizado entre as faldas do morro do Desterro (Santa Tereza), ao pé do Convento das Carmelitas até o morro de Santo Antônio, ainda existindo atualmente uma pequena nesga, testemunho do desmonte do morro. As ruas Almirante Alexandrino e Joaquim Murтинho nasceram em consequência do traçado da antiga canalização, caminho conhecido na época como rua do Aqueduto. Para estas obras também foram usadas manilhas de barro produzidas na Bahia, porém executadas de forma precária.

A **figura 11** traz o traçado sinuoso da rua Joaquim Murтинho, próximo ao início dos Arcos da Lapa, por onde passava o aqueduto.



Figura 11. Trecho final da rua Joaquim Murтинho próximo aos Arcos da Lapa.

Foto: DIAS, A.P. fev. 2002.

A concepção inicial definia a construção do aqueduto ao longo do Morro do Desterro, em seu pequeno prolongamento denominado Morro das Mangueiras, e margeava o Caminho do Desterro (Rua Evaristo da Veiga) até o Campo da Ajuda (Praça Marechal Floriano). O Morro das Mangueiras, que chegava próximo ao local onde atualmente é o Largo da Lapa, foi em 1779 o primeiro morro do Rio de Janeiro a ser arrasado objetivando aterrar-se uma parte remanescente da Lagoa do Boqueirão. No governo de Aires de Saldanha (1719-1725), após uma avaliação do plano primitivo, o traçado do aqueduto sofreu modificações, dentre elas a inflexão do traçado para seu novo destino final, o Largo de Santo Antônio.

As condições estruturais dos chamados Arcos Velhos, devido a descuidos na sua construção e conservação, tornaram-se precárias, com indícios evidentes de ruína (RITTA, 2009). Fez-se necessária no governo de Gomes Freire de Andrade (1733-1763), sua substituição por novos arcos (1744-1750), de traçado retilíneo, solidamente construídos pela mão de obra escrava, em alvenaria de pedras brasileiras (contrariando a lei que impunha a importação de materiais de construção), com rejuntamento de argamassa de cal hidratada e terra misturada a óleo de baleia, cuja resistência ficou comprovada através dos séculos. Sobre o topo dos arcos foram instaladas canaletas, segmentos de pedra esculpida, pré-fabricadas em pedra natural trazidas de Portugal. Ainda sob determinação do governador, o aqueduto foi coberto com abóbadas de tijolos a fim de evitar sangrias, sujeiras e a incidência de sol (Cor-

rêa, 1939). Com o passar dos tempos o aqueduto foi sendo substituído por encanamentos de ferro fundido, sendo raros os vestígios que dele perduram. Existiam ao longo do seu trajeto diversos reservatórios para regularização de vazão.

Na **figura 12** é apresentada a considerada mais antiga ilustração dos Arcos da Lapa, 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), primeira obra urbanística de embelezamento da cidade.

Os Arcos da Lapa são uma ponte canal em estilo romano, com 270m de comprimento e altura máxima de 17,6m, constituídos por dupla arcada de quarenta e dois arcos. Perdura firme até os dias de hoje, sendo, a partir de 1896, utilizados como viaduto para os remanescentes bondes elétricos de Santa Tereza.

O rio Carioca foi a principal fonte de abastecimento de água da cidade até meados do século XIX.



Figura 12. Lagoa do Boqueirão e o Aqueduto de Santa Tereza.
Óleo de Leandro Joaquim, COARACY, 1965.

Nas **figuras 13a** e **13b** podem ser observadas vistas dos Arcos da Lapa em dois momentos distintos de urbanização do município.

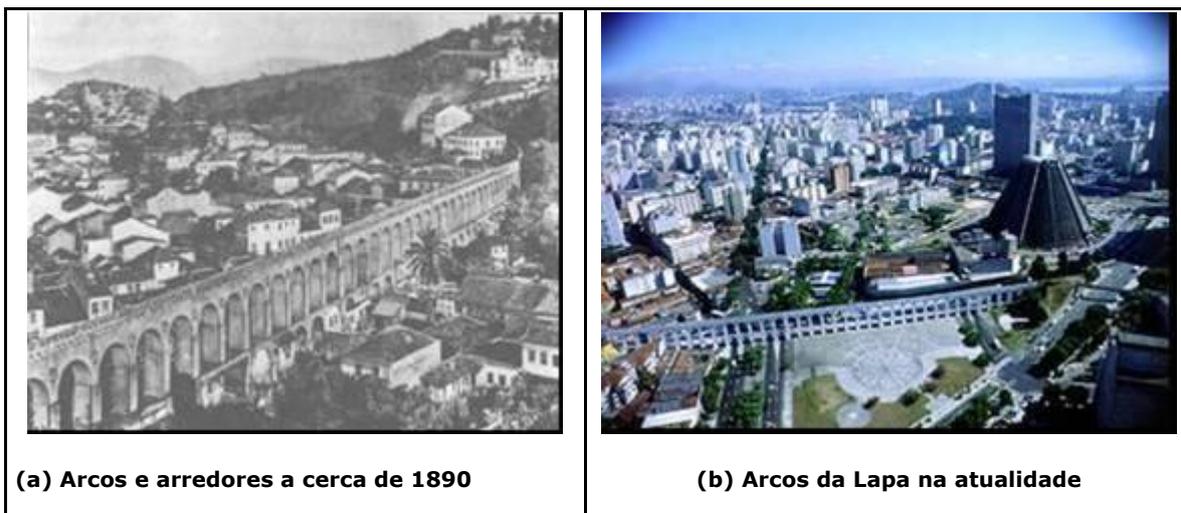


Figura 13. Aspectos dos Arcos da Lapa. a) Arcos e arredores a cerca de 1890; b) Arcos da Lapa na atualidade.

(a) Litografia de Victor Frond, TELLES, 1984; (b), www.rio.rj.gov.br.

As **figuras 14a** e **14b** apresentam detalhes do leito do viaduto férreo, situado ao topo da estrutura dos arcos com o Bondinho de Santa Teresa.



Figura 14. Vista de cima dos arcos adaptado para a passagem do bondinho de Santa Teresa. a) Vista do leito do viaduto; b) Bondinho de Santa Teresa.

Fotos: DIAS, A.P. fev. 2002.

5. AGONIA DE UM RIO

Ao passar dos tempos persistem ao longo do rio diversas estruturas hidráulicas de valor histórico-cultural e beleza inestimáveis. Verdadeiro marco memorial do nascimento da cidade, outrora fonte de água potável, com abundância de peixes, navegável em determinados trechos, infelizmente nos dias de hoje é testemunha do processo de degradação ambiental pelo qual passaram as coleções hídricas da cidade. A mudança de trajetória do leito natural e a canalização de grande parte de sua extensão descaracterizaram sua configuração original. De jusante para montante, o rio foi desaparecendo gradualmente.

Como demonstra a **figura 15** era possível reconhecê-lo, mesmo canalizado, e contemplar suas águas na rua Conde de Baependi. Posteriormente, Pereira Passos, em 1905, visando resolver problema das inundações canalizou e sepultou o Carioca em galeria subterrânea, desde o mar até o Cosme Velho na altura do Largo do Boticário.

Se o desmatamento e a impermeabilização do solo, decorrentes do modelo de urbanização adotado impactou, de forma quantitativa, através da redução da vazão do rio, os processos de poluição hídrica e edáfica comprometeram os aspectos qualitativos das águas dos rios.



Figura 15. Aspectos do rio Carioca em canal.
Revista FEEMA, maio/junho 1995, *apud* DIAS, 2003.

De acordo com Schlee (2006), de acordo com os parâmetros físico-químico, microbiológico e da biota, indicam os efeitos drásticos da poluição e dos processos de

desenvolvimento urbano ainda em uso na cidade que permitiram identificar gradientes contrastantes de qualidade ambiental ao longo do perfil longitudinal do corpo hídrico. Das águas balneáveis na fonte chega-se a foz com elevado índice de poluição e pela quase que completa ausência de biota aquática. O rio sofre pelo progressivo declínio da qualidade da água ao longo do tempo e do espaço.

O aporte constante de esgotos doméstico e industrial, através de ligações irregulares e extravasores, além do lançamento indevido de resíduos sólidos, transformaram as antigas águas cristalinas do rio em um valão de águas residuárias.

O atual estágio de degradação ambiental traz riscos sanitários à população local, sujeita a contaminação das águas, proliferação de vetores, presença de mal odores e aspecto repulsivo, conforme pode ser verificado na **figura 16**.



Figura 16. Poluição do rio Carioca.

Foto: DIAS. A.P., fev. 2002.

O rio Carioca encontra-se como a maior parte dos pequenos e poucos rios existentes do Rio de Janeiro: agonizante ou sepultado sob os seus pavimentos. Com o crescimento populacional e a conseqüente expansão das áreas ocupadas, novos mananciais foram explorados e posteriormente abandonados na exclusiva função menos nobre de escoamento dos esgotos sanitários e transporte de resíduos sólidos.

6. INICIATIVAS DE RECUPERAÇÃO

Face ao seu papel vital para o abastecimento da cidade, várias ações foram realizadas na tentativa de se preservar o rio Carioca. Segundo Abreu (1992), houve tentativas de proteção através de atos legais desde o início do século XVII (1611 e 1638).

Em 1817, determinou-se o cercamento de todos os terrenos do alto da serra que estavam ao redor das nascentes do Carioca e ao longo do aqueduto até Santa Tereza, com o espaço de três braças de terreno de cada lado do aqueduto (Corrêa, 1939). O aumento progressivo da necessidade de abastecimento devido ao crescimento da população carioca, fez com que uma série de medidas fosse tomadas pelas autoridades locais. A crise no abastecimento teve como consequência o reflorestamento da Floresta da Tijuca que tinha sido quase totalmente dizimada pela monocultura de café. Segundo Abreu (1992), em 1843 o governo imperial constituiu um grupo de trabalho para estudar as causas da grave falta d'água pela qual passava a cidade, que propunha:

que se providencie, quanto antes, sobre a conservação das matas, tanto das Paineiras, como da Tijuca, em toda a extensão das cabeceiras e vertentes dos rios Carioca e Maracanã; proibindo-se eficazmente a continuação das derrubadas naqueles lugares, e desapropriando-se, se necessário for, os terrenos que tenham sido dados sem cláusulas.

Em 1846, foi realizado o primeiro levantamento hidrostático do maciço da Tijuca, que indicava todos os aquedutos, encanamentos, fontes, chafarizes, córregos, rios, minas e mananciais ali existentes, apontando a quantidade de água fornecida e aproveitada, incluindo informações sobre seu peso específico.

Dentre as medidas adotadas para a proteção do manancial destacam-se: controle, fiscalização das nascentes e ao longo das linhas de abastecimento, desapropriações das fazendas de café e implantação de um programa audacioso e pioneiro de reflorestamento para proteger os mananciais e as encostas do maciço (ABREU, 1992).

Com nova escassez, em 1860 o governo propôs a elaboração de um plano geral de abastecimento d'água nomeando uma comissão especial. Duas soluções foram apresentadas: a primeira delas se baseava na utilização das águas das encostas da serra do Tinguá, na serra do Mar, além das fronteiras do Município Neutro; a segun-

da, vencedora, propunha a continuidade na utilização dos mananciais do Maciço da Tijuca, argumentando que seus rios ainda poderiam suprir as necessidades da cidade, bastando que para isso, fossem preservados, além de oferecer solução para o problema das inundações (ABREU, 1992).

Esta decisão de engenharia ambiental possibilitou o renascimento da floresta já no início da década de 1870. Mesmo não se tornando solução definitiva frente ao aumento na demanda de água, possibilitou a recuperação do que hoje é a maior floresta urbana do mundo, com seus 3.300 ha, trazendo inúmeros impactos ambientais positivos para a cidade e dando origem ao primeiro parque nacional brasileiro.

O Carioca chegou a ter todo o seu curso conservado por atos legislativos, que vigoravam entre o início do século XVII até a metade do século XVIII, com o objetivo de proteger suas águas para o consumo da população carioca (CAVALCANTI, 1997).

Em 1973, surgiu a tentativa de solução para despoluição da Praia do Flamengo quando o então Governador Chagas Freitas realizou a captação de tempo seco das águas pluviais e do rio Carioca para o Interceptor Oceânico da CEDAE. Enquanto captação de tempos seco, quando chovia as águas extravasavam para as galerias nas areias das praias, formando as línguas negras, que são águas pluviais misturados com esgoto sanitário.

A promulgação pelo governo municipal de leis ambientais, a partir de 1985, com a criação de Unidades de Conservação Ambiental (UCA) favoreceu o processo de proteção das florestas e do rio. Em 1986, teve início um programa municipal de reflorestamento. A proteção dos bairros do Cosme Velho e parte de Laranjeiras foi declarada através de decreto municipal de 1987, que visava preservar o patrimônio edificado e a ambiência da área. Em 1991, os objetivos foram ampliados, através de lei municipal que estabeleceu Área de Proteção Ambiental do Cosme Velho e Laranjeiras. No mesmo ano, a Fundação Parques e Jardins deu início ao reflorestamento das encostas do Cosme Velho (PCRJ, 1998b). A partir dos anos 90 houve a participação comunitária nos esforços de reflorestamento no vale do rio Carioca (SCHLEE *et al.*, 2006).

O Projeto Mutirão de Revitalização do rio Carioca, coordenado por agentes do programa Vida Nova, compreende ações de educação ambiental junto a alunos da rede municipal de ensino, com coleta de lixo no leito do rio, plantio de mudas de árvores, etc.

Outras iniciativas se deram como em 1991, quando, em atendimento ao Projeto Ambiente Rio, foram através do Programa de Despoluição do Rio Carioca da CE-DAE, eliminadas 155 ligações clandestinas de esgotos do rio Carioca como uma das medidas para despoluir as praias da Zona Sul (SILVA, 2002). Não obstante, a falta de controle e monitoramento permitiu a posterior expansão de diversas ligações irregulares.

O rio possui rede coletora concebida em sistema separador absoluto, que segue sua trajetória lançando os esgotos coletados da bacia no Interceptor Oceânico da Zona Sul, às margens da baía de Guanabara. Porém, durante as chuvas a capacidade deste interceptor fica comprometida e o excesso de esgoto sanitário é desviado para a rede de drenagem e, conseqüentemente, para o Carioca.

Na tentativa de melhorar as condições de balneabilidade da praia do Flamengo foi construída pela prefeitura, em 1992, uma galeria de cintura (parte subterrânea e outra em canal aberto) desviando o curso final do rio, visando afastar as águas poluídas e as contribuições de drenagem pluvial que também poluíam ao desembocar ao longo da extensão da praia. Através da galeria, as águas poluídas são concentradas e direcionadas para o atual desemboque localizado na praia do Flamengo. Posteriormente, foi inaugurada nesta galeria, em setembro de 2002, iniciando seu funcionamento em janeiro de 2003, a Estação de Despoluição do rio Carioca, cujo tratamento das águas, somente no desemboque, não se traduz em melhorias para o curso d'água e não agrega benefícios diretos para os habitantes que ocupam áreas contíguas as margens do rio.

A Estação de Despoluição do rio Carioca possui capacidade para tratar, pelo sistema de flotação, até 300 litros de esgoto por segundo. Denominada de Estação de Tratamento em Fluxo, o uso dessa tecnologia vem sendo aplicada em outros pontos do Rio de Janeiro e em outros estados brasileiros. Uma breve descrição do tratamento é apresentada a seguir.

6.1. Estação de Despoluição do Rio Carioca

Em vários estados do país como São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Minas Gerais e mais recentemente no Rio de Janeiro vêm sendo introduzidas unidades de tratamento nos cursos dos rios objetivando melhorar a qualidade dos recursos hídricos

poluídos, diferentemente das finalidades de produção de água potável e tratamento de água residuárias para lançamento em destino final. Utilizadas para tratamento de cursos d'água, lagoas, represas, parques e praias para usos diversos. No caso específico do Rio de Janeiro, estações de tratamento em fluxo nos cursos dos rios foram implantadas no rio Carioca, no Parque Ambiental da Praia de Ramos (conhecido como Piscinão de Ramos) e no Canal da Rocinha.

A aplicação desta tecnologia vem sendo empregada nos sistemas de drenagem pluvial degradados pelo aporte de esgotos sanitários, despejos industriais irregulares, resíduos sólidos e poluição difusa, que comprometem, além dos cursos d'água, os corpos receptores.

No caso do tratamento em fluxo do rio Carioca há inicialmente, um sistema de gradeamento para retirada do material grosseiro, conforme pode ser observado pela **figuras 17a e 17b**. A seguir utiliza-se processo físico-químico de floculação seguida de flotação. Para isso são adicionados os insumos de reagentes coagulantes/floculantes. O coagulante é utilizado para a aglomeração dos flocos e em seguida, aplica-se um polímero para o aumento do tamanho dos flocos. Posteriormente, utiliza-se ar dissolvido. O lodo flotado é direcionado à rede coletora de esgoto sanitário, sendo encaminhado para o Emissário Submarino de Ipanema, (ver **figura 18**).



Figuras 17. a) Canal de entrada da Estação de Despoluição do rio Carioca; b) Sistema de gradeamento para retirada de material grosseiro.

Foto: DIAS e ROSSO, 2003.



Figura 18. Sistema de injeção de ar e lançamento de polímero.
Foto: DIAS e ROSSO, 2003.

O final do processo de tratamento é feita a injeção de cloro para a desinfecção, conforme pode ser visto nas **figuras 19a e 19b**.



Figuras 19a e 19b. Vistas do ponto de lançamento de cloro na Estação de Despoluição do rio carioca.

Fotos: DIAS e ROSSO, 2003.

A Estação de Despoluição do Rio Carioca foi instalada pela antiga Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, SEMADS, com recursos da multa paga pela Petrobrás decorrente do acidente do vazamento de óleo na baía de Guanabara.

O princípio básico desta alternativa técnica consiste no tratamento das águas na iminência do seu lançamento na praia, limitando seu objetivo a não poluir a praia do Flamengo pelos esgotos transportados pelo rio Carioca e pelas galerias de águas pluviais que são interceptadas pelo canal da galeria de cintura, trazendo ao trecho nas imediações da desembocadura as condições de balneabilidade. Desta forma, esta concepção pode ser considerada como uma solução pontual.

Vale lembrar, entretanto, que a estação somente funciona nos períodos de seca com vazão máxima de projeto de 300 L/s. Em caso de chuvas o processo é interrompido liberando a passagem do fluxo. A **figura 20** apresenta uma vista geral da estação.



Figura 20. Vista geral da Estação de Despoluição do rio Carioca.

Foto: DIAS e ROSSO, 2003.

A grande imprensa vem noticiando, desde sua inauguração que a estação de tratamento vem apresentando diversos problemas operacionais e de manutenção que dificultam seu pleno funcionamento. Os problemas de concepção e de funcionamento, associados à falta de monitoramento e de sinalização quanto às condições de balneabilidade junto à foz, trazem riscos sanitária aos banhistas que freqüentam a praia do Flamengo.

Em 2004, a Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro encobriu o trecho final do rio, junto à foz, com a colocação de um deck de madeira, afastando ainda mais o curso do rio dos seus cidadãos.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É inegável a importância do rio Carioca para a população do Rio de Janeiro. Esse corpo hídrico foi historicamente importante vetor de ocupação, responsável pela dessedentação humana de diversas gerações, tema de diversos cronistas amantes da natureza e indutor da preservação ambiental. Não obstante, a poluição de suas águas foi por muito tempo negligenciada com ações insuficientes frente ao contínuo processo de degradação ambiental. Um conjunto de intervenções foram realizadas ao longo do tempo e de seu percurso. Não obstante, foram marcadas pela descontinuidade e pelo não envolvimento dos diversos atores sociais que se relacionam com esta bacia hidrográfica, em especial os moradores. Este cenário é motivado pela não compreensão e valorização do rio enquanto ecossistema e pela secundarização de suas relações ecológicas e dos diversos benefícios que poderia trazer à qualidade de vida da população local, além de outros, provenientes do turismo.

As iniciativas de poluição do rio Carioca, realizadas em 1991, demonstraram a viabilidade de intervenções ao longo do rio que resultaram em melhorias na saúde ambiental, entretanto as ações sofreram descontinuidade e seus resultados efetivos iniciais retrocederam. As causas da poluição do rio persistem relacionadas principalmente a precariedade do sistema de esgotamento sanitário, as ligações clandestinas de esgotos no rio e na drenagem pluvial, a gestão inadequada dos resíduos sólidos, ao desmatamento e a falta de educação ambiental continuada, monitoramento e controle da bacia hidrográfica.

A revitalização de rios é sem dúvida a melhor forma de se preservar a qualidade ambiental de qualquer corpo d'água. Mesmo não sendo possível retornar às condições naturais, a implantação de um **Plano de Manejo do Rio Carioca** que encarasse a bacia hidrográfica como um ecossistema que mantém relações de interdependência com os sistemas artificiais (dentre eles os sistemas de saneamento) e a população poderia mudar o curso de sua história, na perspectiva de uma gestão sus-

tentável das águas urbanas, incluindo com a formação de um Comitê de Bacia do Rio Carioca.

O fato do rio Carioca ser genuinamente carioca, de pequenas dimensões, situado em área nobre, com habitantes de diversas classes sociais, de alto valor histórico e paisagístico, com o alto curso do rio pertencente ao Parque Nacional da Tijuca e o baixo curso no Parque do Flamengo, ambas as unidades de conservação ambiental, viabiliza a implantação de um programa de ações sistêmicas e sustentáveis, de impactos ambientais positivos diversos e sinérgicos. Enquanto política pública integrada no território, devem estar relacionadas à melhoria contínua dos sistemas de saneamento, à educação ambiental e à participação efetiva da comunidade, através de um planejamento ambiental urbano que analise e faça a mediação dos conflitos socioambientais em suas diversas dimensões sociais, econômica, cultural e ambiental, de forma a efetivar interações mais dinâmicas e equilibradas. Um conjunto de estudos já realizados nesta área poderia servir de importante subsídio. Somente com uma mudança na abordagem dos valores e dos objetivos de cunho ecológico será possível reincorporar e reabilitar as coleções hídricas ao ambiente urbano e estabelecer uma convivência mais harmoniosa com o meio ambiente, visando à promoção de espaços saudáveis e sustentáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, M.A. (1997) **Evolução urbana do Rio de Janeiro**. 3ª. ed. Rio de Janeiro: IPLANRIO, 156 p.
- _____. (Org.) (1992) **Natureza e sociedade no Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Secretaria Municipal de Cultura, Turismo e Esportes. Depto Geral de Documentação e Informação Cultural. (Coleção Biblioteca Carioca). v.21, 352 p.
- ANA - Agência Nacional de Águas. (2007) **História do uso da água no Brasil: do descobrimento ao século XX**. Brasília, 2007.
- CAVALCANTI, N. (2004) O Rio de Janeiro Setecentista. A Vida e a Construção da Cidade da Invasão Francesa até a Chegada da Corte. Rio de Janeiro: Jorge Zahar. 443 p.
- CARLOS, C.A.S.L. (2005). **Renovação contida por formas históricas: Reflexão sobre os parâmetros de conservação vigentes para edificações protegidas da cidade do Rio de Janeiro**. Universidade Estácio de Sá. Rio de Janeiro – 16 de junho de 2005.
- COARACY, V. (1965) **Memórias da Cidade do Rio de Janeiro**. 2ª. ed., Rio de Janeiro: José Olympio. p. 59-215.
- COARACY, V. (1944) **O Rio de Janeiro no século XVII**. 1ª. ed., Rio de Janeiro: José Olympio, 1944. p. 1-200.
- CORRÊA, A.M. (1939) **Terra Carioca: Fontes e Chafarizes**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional. 186 p.
- DIAS, A.P. (2003) **Análise da Interconexão dos sistemas de esgotos sanitário e pluvial da Cidade do Rio de Janeiro: Valorização das coleções hídricas sob perspectiva sistêmica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), PE-AMB/UERJ Rio de Janeiro, 244 p.
- DIAS, A.P., ROSSO, T.C.A. (2003) **Relatório Fotográfico Estação de Despoluição do Rio Carioca**. Rio de Janeiro: DESMA/UERJ. CD-ROM.

- DIAS, A.P. (2002) **Relatório Fotográfico: O rio Carioca**. Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente, Faculdade de Engenharia, UERJ, CD-ROM, 2002.
- PCRJ - Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. (2001). Secretaria Municipal de Urbanismo. **Relatório de Desenvolvimento Humano do Rio de Janeiro Meio Ambiente e Sustentabilidade**. Rio de Janeiro: IPEA/PCRJ/PNUD, Coleção Estudos da Cidade, nº. 9). 21p.
- Revista Municipal de Engenharia. Rio de Janeiro: PCRJ. v.XL. Março 1986.
- RITTA, S. (2009) **A Água do Rio - Do Carioca ao Guandu: A história do abastecimento de água da cidade do Rio de Janeiro**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Synergia: Light: Centro Cultural da SEARJ. 346 p.
- ROSSO, T.C.A.; DIAS, A.P. (2005) **El río Carioca de la Ciudad de Río de Janeiro, Brasil: Preservar su historia?**. In: Ambiente, Fundación Cepa - Centro de Estudios y Proyección. (Org.). *La Sustentabilidad Hoy*. 1ª. ed. Buenos Aires: Fundación CEPA, v. 1, p. 122-140.
- SANTOS, M. (2008). Espaço e Método. 5ed. São Paulo: EdUSP. 120p.
- SCHLEE, M.B.; COELHO NETTO, A.L.; TAMMINGA, K. (2006) *Mapeamento ambiental e paisagístico de bacias hidrográficas urbanas: Estudo de Caso do Rio Carioca*. In: Rios e Paisagens Urbanas. **Cidades Brasileiras**. COSTA, L.M.S.A. (Org.). p. 33-56.
- SCHLEE, M.B. (2002) **Landscape change along the Carioca River, Rio de Janeiro, Brazil**. Master Thesis in Landscape Architecture. State College: Pennsylvania, State University, 212 p.
- SCHLEE, M.B., (2002) **Transformações na paisagem e seus efeitos na qualidade ambiental da bacia do rio Carioca**. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, Instituto Pereira Passos, 25 pp.
- SILVA, B.M. (1975) **A natureza holística da poluição**. (Aula Inaugural da Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado da Guanabara – UEG, 1974). Rio de Janeiro: ABES, In: Engenharia Sanitária, v.14:2, jul./set. p. 167-170.
- SILVA, F.N. (Org.). (1965) **Rio de Janeiro em seus quatrocentos anos - Formação de desenvolvimento da cidade**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Record, 460 p.

TELLES, P.C.S. (1984) História da Engenharia no Brasil – século XVI a XIX. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos. 650 p.
