

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

**SITUAÇÃO SANITÁRIA DE RIOS URBANOS.
ESTUDO DE CASO PARA O RIO CAMARAJIPE,
SALVADOR-BA**

POLIANA BRANDÃO MACHADO

Cruz das Almas, 2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

**SITUAÇÃO SANITÁRIA DE RIOS URBANOS.
ESTUDO DE CASO PARA O RIO CAMARAJIPE,
SALVADOR-BA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como parte
dos requisitos para obtenção do título de Engenheira
Sanitarista e Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Selma Cristina da Silva

POLIANA BRANDÃO MACHADO

Cruz das Almas, 2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

**SITUAÇÃO SANITÁRIA DE RIOS URBANOS.
ESTUDO DE CASO PARA O RIO CAMARAJIPE,
SALVADOR-BA**

Aprovada em: ____/____/____

EXAMINADORES:

Prof. Dra. Selma Cristina da Silva - Orientadora

Prof. Dr. Paulo Romero Guimarães Serrano de Andrade

Prof. Msc. Gabriella Laura Peixoto Botelho

POLIANA BRANDÃO MACHADO

Cruz das Almas, 2016

AGRADECIMENTOS

Ao final deste trabalho, e assim, a conclusão do curso de graduação, são muitas as pessoas que devo agradecer.

Ao Deus que acredito, e que sei que me ajuda e mostra os caminhos que devo seguir.

As mulheres guerreiras da família, minha avó, mãe, madrinha e bisa, sem elas seria impossível chegar à Universidade. Muito Obrigada!! Agradeço também, as minhas irmãs, Mariana e Camila, vocês são especiais e motivos de orgulho para mim, obrigada pelos incentivos, ajudas e repreensões.

Agradecer a minha orientadora, Selma Cristina, pelo conhecimento transmitido, de forma dedicada, paciente e ética, sendo um exemplo de profissional a seguir, assim como todos os outros Mestres que tive ao longo do curso.

A Deise e ao seu irmão, que possibilitaram e acompanharam a visita ao trecho do rio no bairro de Boa Vista de São Caetano.

Aos meus amigos, que dividiram comigo inquietações, dificuldade cotidiana, alegrias e muitos risos. Obrigada, Vaninha, Alice Mara, Myla, Marília, Sheylinha, Claudinha, Poly, Isa, Luana, Biasi, Vini e os Jovens da UFRB.

Agradeço ao Rafa, meu namorado, que acompanhou de perto minhas dificuldades e aflições, e por isso, essa alegria sei que é sua também.

Muito Obrigada!

Que os dragões sejam moinhos de vento.

“Dom Quixote” - Engenheiros do Hawaii

**SITUAÇÃO SANITÁRIA DOS RIOS URBANOS. ESTUDO DE CASO PARA O RIO
CAMARAJIPE, SALVADOR-BA**

RESUMO

Os rios urbanos são corpos hídricos que percorrem as cidades, fazendo parte das bacias hidrográficas urbanas. A grande importância dos corpos hídricos evidencia-se ao longo da história do mundo, onde nas margens dos rios houve o aparecimento das primeiras cidades até a construção de centros urbanos atuais. A degradação dos rios urbanos está diretamente ligada aos desordenados processos de expansão da urbanização, juntamente com a ausência de políticas habitacionais, ocasionando assim, ocupações irregulares em áreas indevidas, associados à falta de infraestrutura urbana. O objetivo desse trabalho foi avaliar as condições sanitárias atuais do rio Camarajipe, bem como conhecer sua história e intervenções que ocorreram ao longo dos anos. A pesquisa foi conduzida através de revisão bibliográfica, a fim de possibilitar uma melhor compreensão sobre o tema, e realizado um estudo de caso, fazendo uma caracterização *in loco*, e assim, desenvolvendo um diagnóstico da situação sanitárias do rio. A bacia do rio Camarajipe, no aspecto demográfico é fortemente ocupado por uma população de baixa renda, moradores de bairros sem infraestrutura urbana e ordenamento do uso do solo, onde viram-se obrigados a viver e ocupar áreas inapropriadas, levando a degradar o rio com lançamentos de esgoto bruto e resíduos sólidos no rio. Foi perceptível que o que está dito nas Leis Federais e Municipais, no que tange às determinações para a proteção do meio ambiente e prestação dos serviços de saneamento básico, destoam do que é visto na cidade de Salvador. É possível se espelhar em cidades, onde foi modificado o pensamento e assim pondo em prática soluções alternativas e sustentáveis, revitalizando e melhorando a qualidade da água dos seus rios urbanos.

Palavras-Chave: Rios Urbanos, Saneamento Básico, Qualidade da Água.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Percentual da População brasileira que vive em domicílios urbanos e rurais no período de 1960 a 2010.	15
Figura 3.2 - Resíduos sólidos no rio Anacostia.	33
Figura 3.3 - “Trash-traps” colocado nas extremidades das tubulações que lançam as águas pluviais para reter os resíduos sólidos.	34
Figura 3.4 - Atividade de navegação no rio Anacostia, promovendo a educação ambiental.	34
Figura 3.5 - Rio Cheonggvecheon, na cidade de Seul no início do século XX.	35
Figura 3.6 - Rio Cheonggvecheon atualmente, após as ações de revitalização.	35
Figura 3.7 - Demolição das estruturas de concreto.	36
Figura 3.8 - Visitações no Rio Cheonggvecheon.	36
Figura 3.9 - Degradação do rio Seno no ano de 1969.	37
Figura 3.10 – Rio Sena atual.	37
Figura 3.11 – Companhia do Queimado.	37
Figura 5.1 - Mapa da localização da Bacia do rio Camarajipe.	50
Figura 5.2 - Mapa da Bacia do Rio Camarajipe.	51
Figura 5.3 - Folheto do Projeto Vale do Camurujipe.	52
Figura 5.4 - Mapa da Bacia do rio Camarajipe, com a identificação dos trechos visitados.	53
Figura 5.5 - Mapa da área do rio Camarajipe, Trecho 1.	54
Figura 5.6 - Córrego canalizado e ocupação desordenada do solo (a) e Placas removíveis (b).	55
Figura 5.7 - Córrego a céu aberto no Dique do Ladrão.	55
Figura 5.8 - Dique do ladrão no ano de 2015.	56
Figura 5.9 - Dique do Ladrão antes da intensa urbanização.	56
Figura 5.10 – Mapa da área do rio Camarajipe, Trecho 2.	56
Figura 5.11 - Escadas drenantes no local chamado Baixa Fria.	57
Figura 5.12 – Ocupação das margens do rio por casas.	57
Figura 5.13 – Canalização do córrego.	57
Figura 5.14 - Início do Trecho 2, Rua da Saboaria.	57
Figura 5.15 - Tubulações de contribuição pluvial e de esgoto.	58
Figura 5.16 - Ocupação das margens do rio por casas.	58
Figura 5.17 - Final do Trecho, Rua Sargento Camargo (a) e Contribuição proveniente de outra parte do bairro (b).	58
Figura 5.18 - Mapa da área do rio Camarajipe, Trecho 3.	59
Figura 5.19 - Casas construídas na margem do córrego.	60
Figura 5.20 - Início do Trecho 3, Rua Estrada de Campinas, trecho com muita vegetação nas margens.	60
Figura 5.21 - Final do Trecho 3 no Baixo Camarajipe.	60
Figura 5.22 - Início do Trecho, Rua dos Rodoviário.	60
Figura 5.23 - Mapa da área do rio Camarajipe, Trecho 4.	61
Figura 5.24 – Trecho 4, totalmente canalizado com margens de concreto.	61
Figura 5.25 - Pontos de contribuição de esgoto.	62
Figura 5.26 –Aterramento de partes do rio, com a obra da construção do metrô.	62
Figura 5.27 - Resíduos sólidos na margem do rio, próximo da Estação de Transbordo. ..	63
Figura 5.28 - Unidade de Captação de Tempo Seco.	63
Figura 5.29 – Mapa da área do rio Camarajipe, Trecho 5.	64
Figura 5.30 - Trecho canalizado.	65
Figura 5.31 - Vegetação nas margens do canal, próximo ao Salvador Shopping.	65

Figura 5.32 - Contribuição de esgoto no Trecho 5.	65
Figura 5.33 - Resíduos sólidos ao longo do canal no Trecho 5.	65
Figura 5.34 – Resíduos sólidos na margem do rio no Trecho 5.	66
Figura 5.35 - Foz atual do rio, no bairro Costa Azul.	66
Figura 5.36 - Mapa da área do rio Camarajipe, Trecho 6.	66
Figura 5.38 - Represamento do rio em função da pequena vazão do rio Camarajipe.	67
Figura 5.37 - Encontro do rio Lucaia com o rio Camarajipe.	67
Figura 5.39 - Resíduos sólidos na margem do canal (a) e tubulação de contribuição de esgoto (b).	67
Figura 5.40 - Canal revestido com pedra argamassada e com seção retangular.	68
Figura 5.41 -Visão integrada do planejamento dos aspectos das águas no ambiente urbano.	76

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 - Índices de coleta e tratamento de esgoto nas grandes regiões brasileiras. ..	20
Quadro 3.2 - Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação população urbana dos municípios participantes.	22
Quadro 4.1 - Identificação dos pontos de coleta das amostras de água.	48
Quadro 4.2 - Identificação dos pontos de coleta das amostras de água (Relatório INEMA).	49
Quadro 5.1 - Aspectos observados nos pontos de coleta.	69
Quadro 5.2 - Classificação da Qualidade da água do rio Camarajipe, segundo o QA da CETESB.	71
Quadro 5.3 - Resultados dos parâmetros estabelecidos na Resolução CONAMA nº.357/05.	72
Quadro 5.4 - Resultados do IQA nos pontos do rio Camarajipe, analisados pelo INEMA no ano de 2014.	73
Quadro 5.5 - Resultados do IET.	74
Quadro 5.6 - Resultados de Coliformes termotolerantes.	75

LISTA DE SIGLAS

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

EMBASA – Empresa Baiana de Água e Saneamento

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

INEMA – Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídrico

IET – Índice de Estado Trófico

IQA – Índice de Qualidade da água

LIMPURB – Empresa de Limpeza Urbana do Salvador

PLANASA – Plano Nacional de Saneamento

RDO – Resíduos Domésticos

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
2.	OBJETIVOS	14
2.2.	GERAL	14
2.3.	ESPECÍFICOS	14
3.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3.1.	CRESCIMENTO POPULACIONAL E DEGRADAÇÃO DOS RIOS URBANOS	15
3.2.	O SANEAMENTO E A QUALIDADE AMBIENTAL URBANA	20
3.3.	SITUAÇÃO SANITÁRIA DE RIOS URBANOS EM ALGUMAS DAS GRANDES CIDADES BRASILEIRAS	24
3.4.	REVITALIZAÇÃO DOS RIOS PARA PROMOÇÃO DO DIREITO AO MEIO AMBIENTE E A CIDADE	28
3.4.1.	<i>Revitalização de rios no Exterior</i>	32
3.5.	RIOS URBANOS NA CIDADE DE SALVADOR E O SANEAMENTO BÁSICO	38
3.6.	ASPECTOS LEGAIS	42
4.	METODOLOGIA	47
5.	ESTUDO DE CASO: RIO CAMARAJIPE	50
5.1.	CARACTERIZAÇÃO E INTERVENÇÕES NO RIO CAMARAJIPE	50
5.2.	DIAGNÓSTICO “ <i>IN LOCO</i> ”	53
5.3.	QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO CAMARAJIPE	68
5.4.	MEDIDAS PARA RECUPERAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA	76
6.	CONCLUSÃO	80
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82

1. INTRODUÇÃO

Os rios urbanos são corpos hídricos que percorrem as cidades, fazendo parte das bacias hidrográficas urbanas. De acordo com Almeida e Corrêa (2012, p.144) “os rios urbanos são aqueles que, dialeticamente, modificam e são modificados na sua inter-relação com as cidades”. São rios que fazem parte de um complexo sistema, refletindo na dinâmica socioambiental das áreas urbanas, realizando funções no controle da temperatura, regulação da incidência ou regimes de chuvas, possibilitando também a drenagem ou escoamento superficial das águas pluviais (ROSSI *et al.*, 2012).

Segundo Cerqueira e Moraes (2009) as funções dos rios urbanos estão inseridas em uma abordagem ampla do direito e/ou necessidade desse bem natural e de sua importância para o meio biótico e abiótico. Os autores ainda apontam que o direito se refere ao direito legítimo de qualquer elemento simplesmente existir, e a importância do rio não somente para o homem, mas também da dependência e integridade dos ecossistemas.

A grande importância dos corpos hídricos evidencia-se ao longo da história do mundo, onde nas margens dos rios houve o aparecimento das primeiras cidades até a construção de centros urbanos atuais. Porém, os rios urbanos “se tornaram áreas desvalorizadas pela mesma sociedade que os degradam, os confinaram em canais de concreto, ou simplesmente os ocultaram da paisagem, tornando-os subterrâneos e convertendo-os em simples elementos do sistema de drenagem urbana” (ALMEIDA e CORRÊA, 2012, p.116).

A degradação dos rios urbanos está diretamente ligada aos desordenados processos de urbanização, característica das grandes metrópoles brasileiras, juntamente com a ausência de políticas habitacionais, ocasionando assim, ocupação irregular em áreas indevidas, como margens de rios e encostas, além da falta de infraestrutura urbana. Estes locais são as cidades informais das grandes metrópoles, onde grande parte da população é de baixa renda, e vive em um ambiente sem ordenamento no uso do solo, com ausência de uma regularização fundiária, falta de infraestrutura de saneamento básico, tornando um ambiente insalubre afetando a saúde da população e a qualidade ambiental do meio.

Atualmente com as premissas do desenvolvimento sustentável, entende-se que os municípios devem reduzir a geração de resíduos, buscar solucionar as questões dos lançamentos de esgoto indevidos, da ocupação habitacional irregular, da drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, entre outros fatores, que causam degradação do meio natural, e assim favorecer a

melhora na qualidade dos rios urbanos, e com conseqüente revitalização de suas bacias hidrográficas.

A cidade de Salvador, capital do estado da Bahia, apresenta inúmeras áreas que ao longo do crescimento populacional da cidade, tem sido ocupadas de forma irregular, e assim, sem os elementos de infraestrutura urbana que garantem um ambiente ecologicamente equilibrado. O presente trabalho tem como objeto de estudo um rio urbano da cidade de Salvador, o Rio Camarajipe, este que já foi utilizado para o abastecimento, porém que hoje é visto como apenas um canal de esgoto.

A bacia do rio Camarajipe, possui uma área de 35,877 km². Com 14 km de extensão, da nascente até a sua foz, passa por diversos bairros da cidade, principalmente bairros com população de baixa renda. Apesar de ser a bacia hidrográfica mais populosa do município, possui atualmente um crescimento relativamente pequeno em função da ocupação já consolidada (Santos *et al.*, 2010). Portanto este trabalho visa realizar um diagnóstico da bacia do rio Camarajipe e propor medidas de revitalização para o mesmo, uma vez que este é um dos principais rios urbanos do município de Salvador, vez que está totalmente degradado, contribuindo, assim para um aspecto estético desagradável da cidade e para atração de vetores transmissores de doenças para a população e para os animais domésticos.

2. OBJETIVOS

2.2. GERAL

Avaliar a situação sanitária do rio Camarajipe, localizado na zona urbana da cidade de Salvador-Ba, e propor medidas para sua melhoria.

2.3. ESPECÍFICOS

- Fazer uma caracterização das condições sanitárias atuais do rio Camarajipe, e do seu entorno, observando o ordenamento do solo;
- Fazer levantamento e análise dos dados secundários de qualidade da água do rio Camarajipe;
- Propor medidas para revitalização do rio, sob a perspectiva da promoção do direito ao meio ambiente equilibrado e o direito da população à cidade.

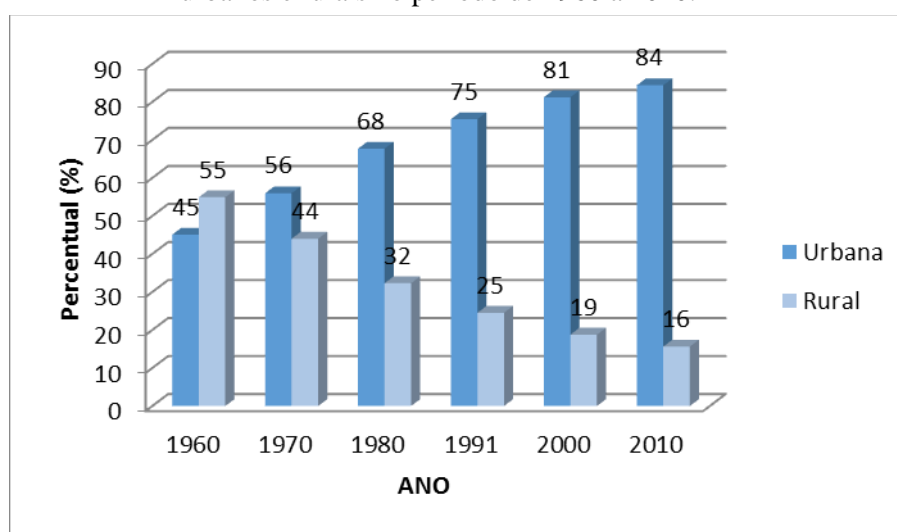
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. CRESCIMENTO POPULACIONAL E DEGRADAÇÃO DOS RIOS URBANOS

Os primeiros núcleos humanos se desenvolveram próximos aos rios devido ao acesso a água para os diferentes usos, proporcionando a fixação do homem na terra, o que permitiu o surgimento das primeiras cidades. Ao longo do tempo, o crescimento populacional e o desenvolvimento econômico anterior e pós-revolução industrial causou modificações do meio ambiente.

No Brasil, o crescimento populacional ocorreu significativamente a partir da segunda metade do século XX. Atualmente a população que vive em áreas rurais é bem menor do que aquela que vive em áreas urbanas (IBGE, 2010). Na **Figura 3.1** é possível observar que na década de 60, a população urbana era um pouco menor que a população rural e a partir da década de 70 a população urbana superou a rural e passou a crescer a cada década, enquanto a população rural teve um comportamento inverso, decrescente. Isso ocorreu devido ao êxodo rural.

Figura 3.1 - Percentual da População brasileira que vive em domicílios urbanos e rurais no período de 1960 a 2010.



Fonte: IBGE, Censo Demográfico 1960, 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010.

Segundo Almeida e Corrêa (2012), o crescimento populacional ocorrido nas cidades brasileiras a partir da década de 40, gerou mudanças na estrutura da sociedade, como o aumento das desigualdades sociais, comprometimento das condições de sobrevivência dos habitantes e principalmente a degradação socioambiental.

De acordo com Rezende (2002), no final dos anos 40 ainda existia uma predominância da população rural e o poder público se tornava ausente no desenvolvimento de políticas sociais.

Como consequência o território brasileiro permanecia um espaço ocupado por doenças e miséria. Nesse mesmo período, a população rural migrou para os grandes centros urbanos, em busca da ascensão social.

O crescimento populacional e o êxodo rural proporcionam o crescimento dos grandes centros urbanos, cujas pressões antrópicas acarretam modificações relevantes nos rios. Os impactos ambientais ocorreram ao se intensificar o processo de ocupação urbana, primeiramente, através do desmatamento de suas margens, da impermeabilização do solo em sua bacia hidrográfica, e do lançamento de esgoto, que contém compostos que causa poluição, em quantidade que esses rios não têm capacidade de depurar totalmente, alterando a qualidade da água; e em seguida, através de obras de canalização, gerando mudanças morfológicas no leito dos rios (MACHADO, C., 2013).

Desta forma o processo de urbanização aumentou as pressões sobre o meio ambiente, sobrecarregando os serviços realizados pelos ecossistemas naturais, suprimindo ou reduzindo as áreas verdes, dando lugar a áreas cada vez mais impermeabilizadas que irá aumentar o escoamento superficial, contribuindo para o aumento dos gases de efeito estufa, alterando a biodiversidade, fragmentando os habitats naturais, gerando e dispendo inadequadamente os resíduos sólidos e os efluentes domésticos e industriais nos rios (AFONSO, 2011).

Alguns desses aspectos supracitados, representam a ausência ou ineficiência de uma infraestrutura sanitária que intervém na saúde da população. Assim a água se torna um veículo de transmissão de doenças, na medida em que ela serve de transporte de diversos microrganismos patogênicos, que podem estar relacionados com: a ausência de abastecimento de água tratada, a coleta e tratamento de esgoto, a ineficiência de coleta de resíduos sólidos, o carreamento de contaminantes pelas águas pluviais. Esses são aspectos que causam a mortes de rios urbanos, tornando-os atrativos aos mosquitos e aos vetores que colocam a saúde da população em riscos de adquirir enfermidades, tais como diarreias agudas, gastroenterite, febre tifoide e paratifoide, hepatite infecciosa, cólera, amebíase, e a dengue que também se prolifera em águas poluídas.

Tucci (2003) aponta que no Brasil as doenças de veiculação hídrica são responsáveis por cerca de 65% das internações hospitalares. Um estudo desenvolvido por Teixeira *et al.* (2013) mostrou que as doenças relacionadas com a ausência ou ineficiência dos serviços de saneamento básico foram responsáveis no período de 2001 a 2009 por, em média, 13.449 óbitos por ano, 466.351 consultas médicas por ano e 758.995 internações hospitalares.

As periferias das cidades são as mais atingidas por esses problemas de saúde pública. Nas grandes cidades brasileiras observa-se uma concentração urbana maior nas periferias, fazendo parte da cidade informal, se caracterizando por áreas inadequadas do ponto de vista ambiental, urbanístico, fundiário, além de existir uma má qualidade de vida para a população. Nessas áreas não existe planejamento urbano, são geralmente áreas ilegais e públicas, ocupadas pela população de baixa renda, oriundas das zonas rurais que migraram para as áreas urbanas em busca de emprego. Estas áreas, estão às margens de rios ou encostas com, respectivamente, risco de inundações e desmoronamento, que se caracterizam por não possuírem infraestrutura de saneamento básico, energia, comunicação e transporte, ou, quando esses serviços existem são precários. Isso representa um desequilíbrio na inter-relação entre a cidade e o meio natural, que causa uma agressão ambiental e social.

Os problemas da inter-relação do meio ambiente com o meio urbano são causados, antes de tudo, pela ausência de uma política sólida que possibilite o acesso à habitação de interesse social, relacionada também, com a ocupação e o uso do solo (MARTINS, 2006). A ausência de políticas consistentes no âmbito da habitação permite que ocorram as ocupações das áreas ambientalmente frágeis no meio urbano, sendo uma alternativa de moradia pela população de baixa renda. De acordo com Tucci (2008, p.97), o meio natural e a população urbana estão integrados, sendo o meio natural definido como “um ser vivo e dinâmico que gera um conjunto de efeitos interligados, que sem controle pode levar a cidade ao caos”. Entre esse conjunto de efeitos encontram-se os principais problemas relacionados com a infraestrutura dos rios urbanos que são (TUCCI, 2008):

- Falta de tratamento de esgoto: grande parte das cidades não possui tratamento de esgoto e lança seus efluentes na rede de esgotamento pluvial, que escoam pelos rios urbanos (maioria das cidades brasileiras);
- Presença de redes de coleta de esgotamento sanitário, muitas vezes, sem um tratamento;
- Ausência da rede de drenagem urbana, em algumas cidades que sofrem frequentes inundações com o aumento da impermeabilização;
- Ocupação da planície de inundação ribeirinha, sofrendo frequentes inundações;
- Impermeabilização e a canalização dos rios urbanos com aumento da vazão de cheia e sua frequência;
- Aumento da carga de resíduos sólidos próximos das áreas urbanas.

Todos esses problemas apontados estão relacionados com a falta de políticas públicas que só começou a surgir, juntamente com os planos de saneamento, a partir dos anos 70, quando

houve uma preocupação com o tratamento dos esgotos gerados com o objetivo de distanciá-los das cidades para evitar a proliferação de doenças, caracterizando a fase higienista (TUCCI, 2008). Antes estes esgotos eram lançados nos rios sem tratamento o que comprometia a qualidade nos mesmos.

A degradação dos rios urbanos está relacionada principalmente com a urbanização descontrolada e a ocupação irregular aliada à falta de políticas habitacionais, aspectos que levam a remoção da cobertura vegetal (matas ciliares e vegetações ribeirinhas) e a contaminação dos rios. A contaminação que altera a qualidade do rio está relacionada com o lançamento de despejos (esgotos domésticos, escoamento superficial, resíduos sólidos) em quantidade e qualidade inadequadas, situação que representa a ausência ou ineficiência dos serviços de saneamento. Nesse contexto, Costa *et al.* (2012, p. 4) afirma que “os planos de urbanização e regularização fundiária devem estar sempre associados aos planos de saneamento e projetos de esgotamento sanitário”.

Já é evidente a relação entre a ocupação do espaço urbano com a contaminação dos rios urbanos devido ao lançamento impróprio das águas residuárias, geradas por atividades domiciliares, comerciais e industriais. Bollmann e Marques (2006) apontam que a poluição dos corpos d’água no meio urbano também é devido ao escoamento superficial das águas da chuva, pois estes carregam materiais orgânicos e inorgânicos em suspensão ou solúveis aos mananciais, causados por alguns fatores como:

- A abrasão e desgastes das vias públicas pelo tráfego de veículos;
- Os resíduos sólidos acumulados nas ruas e calçadas;
- As atividades da construção civil; e
- Os resíduos de combustíveis.

O carreamento das águas pluviais pode se caracterizar pela poluição difusa, que alcança os rios, lagos, baías sendo distribuída ao longo das margens, não ocorrendo o lançamento em um único local como a poluição pontual (PRODANOFF, 2005).

Observa-se que as interfaces do saneamento básico, desde a coleta e tratamento de esgotos até a gestão dos resíduos sólidos, juntamente com os serviços e instalações de drenagem urbana, quando geridos de forma integrada, melhora a qualidade e a abrangência desses serviços, diminuindo assim a possível contaminação dos mananciais. A Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, apresenta como um dos princípios fundamentais a realização das interfaces do saneamento de forma adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente. Esta

mesma lei conceitua o saneamento básico como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de esgotamento sanitário, abastecimento de água potável, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo de águas pluviais.

Nesse contexto, Moraes *et al.* (2012, p. 48) afirma que a concepção dos agravos à saúde está relacionada a pouca quantidade e/ou à qualidade duvidosa da água utilizada, assim como o contato com água poluída, resíduos sólidos dispostos no ambiente de forma imprópria, além das águas empoçadas ou inundações fazendo “nascer a ideia de saneamento, ou seja, o ato de tornar o espaço são, habitável, higiênico, salubre e saudável”.

O estado de qualidade em que se encontra o corpo hídrico poderá contribuir para melhorar ou piorar o bem-estar social e a saúde pública, sendo fontes de lazer e contemplação, bem como de mau cheiro, enchentes e doenças (SALGADO, 2014). Observa-se que nos centros urbanos, os rios se tornaram apenas canais indesejáveis que ao longo dos anos vêm sendo poluídos e tendo sua vazão reduzida, sendo utilizados como receptores de todos os resíduos gerados pela sociedade.

Segundo Salles (2008) a situação do saneamento no Brasil na década de 50 era noticiada na imprensa, onde era mostrado as deficiências na qualidade e na quantidade de abastecimento de água, além de não existir nenhum tipo de tratamento químico na maioria dos serviços de tratamento de água e a operação era precária. Segundo o mesmo autor na década de 1960 começou a existir uma nova configuração para o setor, onde através da carta de Punta del Este, de 1961, os países das Américas definiram um objetivo de chegar a 70% o atendimento dos serviços de água e de esgoto às populações urbanas e 50% às populações rurais.

Assim, a década de 60 foi marcada pela realização de investimentos e planejamento no abastecimento de água, dando origem a grandes empresas estatais de saneamento. Os dirigentes do governo militar, à época, acreditavam que a falta de saneamento comprometia o objetivo do desenvolvimento econômico (SALLES, 2008). Desta forma foi desenvolvido um projeto que tentou utilizar a racionalidade técnica na aplicação das verbas, fundamentado em um planejamento prévio para todo o território nacional (SALLES, 2008).

Nesse contexto, em 1969, o decreto – Lei nº 949 autoriza o Banco Nacional de Habitação – BNH a aplicar nos serviços de saneamento, além dos seus próprios recursos, o Fundo de Garantia de Tempo de Serviço – FGTS. Desde modo, em 1971, foi criado o Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), que foi operado regionalmente pelas Companhias Estaduais de

Água e Esgoto, ocasionando na redução da autonomia e participação dos municípios na prestação daqueles serviços.

Segundo Salles (2008) o PLANASA atingiu um crescimento considerável na cobertura de abastecimento de água, antes dele, em 1970, o percentual era de 52,6% dos domicílios urbanos e em 1980 atingiu 71%. Porém com relação ao esgotamento sanitário a situação foi diferente, não atingindo o desejado. Nesse plano não foi considerado os resíduos sólidos e a drenagem urbana como interfaces do saneamento. Com a extinção do PLANASA em 1986 juntamente com o BNH, o setor do saneamento ficou estagnado.

De acordo com Moraes e Borja (2012) a partir da extinção do PLANASA foi construído um novo conceito de saneamento e incorporado em 2007 na Política Nacional de Saneamento (PNS), instituída pela Lei Federal nº 11.445, com o objetivo de universalizar os serviços de saneamento, incluindo todas as interfaces, depois de intensos debates com diversos atores sociais. Esta política apresenta dentre outros princípios fundamentais a universalização do acesso e a articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, habitação, combate à pobreza, proteção ambiental e promoção a saúde. Estes princípios estão relacionados com a qualidade dos rios urbanos. Importante ressaltar que a PNS fortalece os mecanismos de planejamento, tornando obrigatório a realização dos planos municipais e nacional de saneamento, que são de fundamental importância à proteção do meio ambiente, inclusive dos rios urbanos, promovendo o bem-estar e a saúde da população.

3.2. O SANEAMENTO E A QUALIDADE AMBIENTAL URBANA

Segundo o SNIS (2014), os índices de cobertura com coleta e tratamento de esgoto no Brasil são baixos e as regiões com menores percentuais de atendimento com esses serviços, são a Norte e a Nordeste (**Quadro 3.1**).

Quadro 3.1 - Índices de coleta e tratamento de esgoto nas grandes regiões brasileiras.

Região	Índice de atendimento populacional com rede (%)		Índice de tratamento dos esgotos (%)	
	Coleta de esgotos		Esgotos gerados	Esgotos coletados
	Total	Urbano	Total	Total
Norte	6,5	8,2	14,7	85,3
Nordeste	22,1	29,3	28,8	78,1
Sudeste	77,3	82,2	43,9	64,3
Sul	38	44,2	35,1	78,9
Centro-oeste	42,2	48,6	45,9	91,6
Brasil	48,6	56,3	39	69,4

Fonte: SNIS (2014).

Observa-se que apenas a região Sudeste apresenta um percentual superior a 50% de coleta de esgoto, e na região Norte o atendimento de coleta no meio urbano não chega 10%, notando-se, portanto, uma discrepância entre as regiões brasileiras. Desse baixo percentual de esgoto coletado, metade é tratado e então são lançados direta ou indiretamente nos rios. Isso interfere na qualidade das águas dos rios urbanos das grandes metrópoles, que mesmo apresentando índices elevados de coleta e tratamento possuem rios em situação crítica da qualidade da água, caracterizando como canais de esgotos a céu aberto. Isso ocorre porque as cidades informais, que estão em áreas irregulares, e configuram-se uma ocupação e uso do solo desordenada, onde não existe um sistema de esgotamento sanitário, ou quando existe alguma solução alternativa, é ineficiente ou inadequada, são as principais fontes de lançamento de esgoto no rio.

Santos *et al.* (2010) afirmam que os rios e as fontes de água estão sendo degradados pela ocupação e uso do solo desordenados, pela não implantação integral do sistema de esgotamento sanitário que atenda a todas as áreas urbanas e as camadas sociais e pela não implementação de políticas urbano-ambiental, que visem a melhoria da qualidade de vida urbana, a preservação dos corpos d'água e a inclusão social.

No Brasil, hoje o tipo de sistema de coleta de esgoto sanitário que é predominantemente empregado nas cidades é o separador absoluto, sendo amplamente adotado e visto como a solução ideal. Porém, como ainda não se alcançou a universalidade do esgotamento sanitário nas cidades brasileiras, o que acaba ocorrendo são lançamentos irregulares de esgoto nas redes de drenagem, que se configura o sistema de coleta de esgoto do tipo unitário. No sistema separador absoluto o esgoto sanitário é coletado totalmente separado das águas pluviais, e segundo Tsutiya e Alem Sobrinho (2000) apresentam algumas vantagens como:

- Utilização de tubos de diâmetros menores e de fabricação industrial, reduzindo o custo;
- Possibilidade do manejo de águas pluviais;
- Redução do custo do afastamento das águas pluviais, pois as mesmas são lançadas no curso d'água mais próximo;
- Redução da extensão das tubulações de grande diâmetro, pois não necessita a construção de galerias em todas as ruas.

Esse tipo de sistema passou a ser utilizado no Brasil por orientação do Engenheiro Francisco Saturnino Rodrigues de Brito (1864-1929). Na cidade de São Paulo o sistema foi adotado desde 1912 (TSUTIYA e BUENO, 2004). Os mesmos autores afirmam que na prática o que acontece em grande parte das cidades brasileiras é o funcionamento desse sistema como um

sistema parcial, onde as águas das chuvas provenientes dos pátios e dos telhados das residências são lançadas juntamente com o esgoto sanitário na mesma rede de coleta.

Também se observa o contrário, ou seja, o uso do sistema unitário com o lançamento de esgoto nas redes de drenagem, trazendo prejuízos para a população e para o meio ambiente, principalmente para os rios urbanos. Este fato é observado em alguns rios das grandes cidades, onde não há uma cobertura adequada com os serviços de esgotamento sanitário e o gerenciamento dos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais não funcionam de forma satisfatória, o que compromete a qualidade dos rios urbanos.

Com relação aos Resíduos sólidos urbanos a taxa média de cobertura populacional dos resíduos sólidos domésticos (RDO) urbanos em todas as regiões brasileiras em 2013 era de 98,4% (**Quadro 3.2**). Porém é possível observar que as regiões Sul, Centro-Oeste, Sudeste, apresentam resultados melhores do que as regiões, Norte e Nordeste.

Quadro 3.2 - Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação população urbana dos municípios participantes.

Região	Quantidade de municípios	Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana		
		Mínimo	Máximo	Indicador médio
	(Municípios)	(%)	(%)	(%)
Norte	242	10,3	100,0	96,3
Nordeste	856	14,7	100,0	96,5
Sudeste	1.248	28,1	100,0	99,1
Sul	940	33,6	100,0	99,3
Centro-Oeste	280	48,7	100,0	99,2
Total	3.566	10,3	100,0	98,4

Fonte: SNIS (2015).

Apesar desses levados índices de cobertura, existem discrepâncias entre os municípios de uma mesma região. Segundo o SNIS (2015), de 13 municípios avaliados, sendo 3 da região Norte e 10 do Nordeste, observou-se que o índice de cobertura populacional de coleta de RDO urbanos não chegou a 25%, representando uma desigualdade na cobertura entre as regiões. E em alguns casos o índice de coleta é elevado, mas o serviço não é realizado de forma adequado.

Nesse contexto, é evidente que nos municípios brasileiros há deficiências nos sistemas de coleta, além de haver uma falta de educação da população. Esses fatores juntos contribuem direta e indiretamente para a degradação do meio ambiente, inclusive dos rios urbanos.

Segundo Ferreira e Anjos (2001) a presença de resíduos sólidos municipais em áreas urbanas é muito significativa, o que leva a problemas de ordem estética; de saúde pública, por proporcionar condições para proliferação de vetores e pelo contato de animais domésticos com os resíduos; a obstrução de rios, canais e redes de drenagem urbana, que poderão a vir causar inundações e potencializar epidemias de dengue e de leptospirose, entre outras.

Entre esses fatores supracitados, um dos principais problemas causados pelos resíduos sólidos são os impactos nas instalações de drenagem urbana, nos corpos hídricos. A drenagem urbana é composta pelos sistemas de micro e macrodrenagem. A microdrenagem é composta por sistema de condutos pluviais a nível de lote/loteamento ou de rede primária, efetuando o transporte das águas pluviais/superficiais nas suas sarjetas, boca de lobo, etc, até um desaguadouro, ou macrodrenagem. Já a macrodrenagem, envolve sistemas coletores de grande porte, integrando o sistema de microdrenagem, como canais naturais, artificiais, rios e galerias planejadas (TUCCI, 2005).

Os resíduos sólidos carregados pelo escoamento superficial impactarão os sistemas de micro e macrodrenagem urbana, sendo levados aos cursos d'água receptores, ou seja, os rios urbanos. De acordo com Tanigushi (2013) a varrição e a coleta adequada de resíduos são algumas das atividades do gerenciamento que previnem os impactos da drenagem nos rios urbanos, pois os sólidos poderão vir a causar efeitos como:

- Efeitos negativos à fauna local, devido a intoxicação por agentes biológicos ou químico ou por sufocamento;
- Comprometimento da capacidade hidráulica do rio;
- Atração e proliferação de vetores;
- Efeito antiestético.

Além desses impactos, o mesmo autor afirma, que a presença de resíduos combinado com a sedimentação de materiais particulados, causa um grande comprometimento na capacidade hidráulica dos sistemas de drenagem urbana, favorecendo para a perda da funcionalidade do sistema e assim a ocorrências de inundações, fato vivenciado na maioria das cidades brasileiras. A presença de resíduos sólidos também poderá comprometer o sistema de esgotamento sanitário. Prado (2006) afirma que os resíduos sólidos, como plásticos, madeiras, papel, ossos, comida, cigarros, tampas de garrafa e preservativos, encontrados nas redes de coleta de esgoto são devidos a má utilização dos usuários, ocasionado pelo descarte indevido. Logo, quando esses esgotos são lançados sem um devido tratamento nos canais de macrodrenagem também comprometem a qualidade das águas dos rios.

Para minimizar os problemas relacionados ao saneamento e regulamentar o setor foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) - Lei nº12.305/10 tendo como objetivo, entre outros, a proteção da saúde pública e da qualidade ambiental. Segundo Moreira e Neto (2010) a política estabeleceu um marco regulatório nacional, disciplinando o gerenciamento dos resíduos, possibilitando acesso aos recursos federais pelos municípios, além de definir as diretrizes gerais a serem seguidas.

Desta forma houve um aumento nos investimentos para elaboração e implantação dos planos e Resíduos Sólidos e de Saneamento, e obras de saneamento, com os objetivos de melhorar o panorama nacional e almejar a universalização dos serviços, e assim implicando na melhoria da qualidade ambiental, inclusive dos rios urbanos. Assim, a implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos juntamente com a Política Nacional do Saneamento Básico é importante, uma vez que promovem a atuação dos gestores públicos e da sociedade civil no tema (MOREIRA e NETO, 2010).

3.3. SITUAÇÃO SANITÁRIA DE RIOS URBANOS EM ALGUMAS DAS GRANDES CIDADES BRASILEIRAS

Neste item será apresentada uma abordagem resumida da situação de alguns rios brasileiros, sendo eles: Rio das Velhas – Minas Gerais, Rio Tietê – São Paulo, Rio Capibaribe – Pernambuco e Rio Dilúvio – Rio Grande do Sul. Estes rios foram escolhidos com o critério de estar inseridos parcialmente ou totalmente, em grandes cidades brasileiras, que possuem elevado contingente populacional, que se caracterizam por não terem tido no seu desenvolvimento um planejamento urbano adequado.

▪ *Rio das Velhas – Minas Gerais*

O Rio das Velhas localizado na região central do estado de Minas Gerais, com 801 km é o maior afluente, pela margem direita, em extensão (da bacia) do Rio São Francisco. Sua bacia hidrográfica possui uma área de 29.173 Km², na qual estão inseridos 51 municípios com uma população, aproximadamente, de 4,8 milhões de habitantes (IGAM, 2013). Esta bacia apresenta em alguns dos seus cursos d'águas de baixa qualidade.

A bacia é dividida em alto, médio e baixo curso. O alto rio das Velhas compreende a região do Quadrilátero Ferrífero. Entre os municípios que fazem parte desta bacia, se encontra Ouro Preto e Belo Horizonte (região metropolitana). A região metropolitana de Belo Horizonte representa 10% da área territorial da bacia, porém é a principal responsável pela degradação do rio das Velhas, por conta da sua elevada densidade populacional (mais de 70,8% de toda a

população da bacia), do processo desordenado de urbanização e das atividades industriais (POLIGNANO *et al.* 2001).

O monitoramento recente da qualidade da água realizada pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), indica que as águas desse rio nos trechos que atravessam as regiões de grandes centros urbanos e a região Metropolitana de Belo Horizonte apresentavam qualidade variando de ruim a muito ruim (IGAM, 2013). Apesar do município de Belo Horizonte contar com Estações de Tratamento de Esgoto - ETE e Estação de Tratamento de Águas Fluviais – ETAF, somente 69,8% dos esgotos coletados na bacia são tratados, e ainda é evidenciado uma quantidade expressiva de lançamentos clandestinos e outras fontes de poluição (IGAM, 2013).

▪ *Rio Tietê – São Paulo*

O rio Tietê, com extensão de 1.100 km nasce em Salesópolis, no interior do Estado de São Paulo, e até a sua foz percorre por 62 municípios e 6 bacias hidrográficas (AFONSO, 2011). Este rio, no século XX, era bastante utilizado para a pesca e esportes aquáticos, porém segundo Miranda *et al.* (2011) o desenvolvimento econômico acelerado permitiu uma expansão urbana desordenada e descontrolada, se instalando nas proximidades do rio indústrias têxteis, metalúrgicas, fábricas de bebidas e marcenarias, indústrias as quais despejavam seus esgotos no rio sem tratamento (GANHITO e SPLIATTI, 2003).

Atualmente o trecho do rio Tietê que cruza o município de São Paulo de acordo com Jorge (2006, p. 15), está se “transformado em um canal de esgotos, receptáculo de todo tipo de sujeira, com águas totalmente poluídas, isolado por pistas expressas de automóveis que saturam suas margens de barulho e fuligem”. Ainda com relação a esse rio Miranda *et al.* (2011) afirma que ele foi modificado, a fim de diminuir as voltas e contornos com o objetivo de torná-lo mais reto, através de taludes concretados e margens (que deveriam ser destinadas à Área de Preservação Permanente - APP) com avenidas marginais ladeando o leito do rio, assemelhando-se ao um canal escoadouro de lixo e de águas poluídas e contaminadas.

A situação crítica do rio Tietê fez com que a população nos anos 90 elaborasse um abaixo assinado resultando na campanha pró-Tiete. Segundo Afonso (2011), de forma paralela a essa manifestação da população de São Paulo (capital), a SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo), com incentivo financeiro do BID (Banco Interamericano de Desenvolvimento) iniciou um projeto de despoluição do rio.

O projeto tem como objetivo coletar e tratar os esgotos de cerca de 18 milhões de pessoas da Região Metropolitana de São Paulo e foi dividido em três etapas. Na primeira que ocorreu entre os anos de 1992 e 1998, houve a inauguração de três grandes Estações de Tratamento de Esgoto - ETE e ampliação da ETE de Barueri e com mais de 250 mil ligações domiciliares (SABESP, 2010). A segunda etapa teve início em 2000 e foi concluída no final de 2008, resultando no aumento do índice de coleta e tratamento de esgoto, permitindo que 350 milhões de litros de esgotos deixassem de ser lançados no rio (SABESP, 2010). A terceira etapa terá vigência até 2015, tendo como objetivo dar continuidade à melhoria da qualidade da água da bacia.

Apesar da realização dessas atividades o trecho do rio Tietê que passa pelo município de São Paulo ainda apresenta grandes desafios para ser revitalizado. Em um relatório de monitoramento da qualidade da água, foram analisados 23 pontos de amostragem no rio Tietê, nas proximidades da nascente, apresentou qualidade Boa, porém no trecho de jusante, a qual atravessa a Região Metropolitana de São Paulo, a qualidade variou entre Ruim e Péssima (CETESB, 2015). Isso evidencia o quanto as áreas altamente urbanizadas interfere na qualidade da água dos rios urbanos.

Miranda *et al.* (2011) afirma que para a revitalização do rio Tietê é essencial um maior comprometimento do poder público, ações como plantio de árvores nas margens do rio, melhorias nas obras de saneamento, programas de educação ambiental, políticas eficientes de desenvolvimento urbano sustentável e por último, desocupação de áreas habitadas irregularmente no entorno do rio.

▪ *Rio Capibaribe – Pernambuco*

O rio Capibaribe com extensão de 280 km nasce na divisa dos municípios Jataúba e Poção, percorrendo por vários centros urbanos englobando um total de 42 municípios e tem sua foz na cidade do Recife (APAC, 2015). Na sua bacia residem, aproximadamente, 3,455 milhões de habitantes, fazendo parte os municípios totalmente e parcialmente inseridos na bacia (IBGE, 2010; APAC, 2015), sendo que a maioria da população está concentrada em zonas urbanas (CPRH, 2008).

Dos 42 municípios inseridos na bacia apenas 7 possuem esgotamento sanitário, apresentando uma situação crítica, pois os esgotos, além dos resíduos sólidos, são parcialmente ou totalmente lançados no rio Capibaribe e em seus afluentes. O principal uso do corpo d'água é

para abastecimento público, porém o mesmo recebe efluentes domésticos, industriais e agroindustriais (NOBREGA, 2011).

No trecho final, o rio Capibaribe drena uma planície flúvio-marinha, onde se localiza a cidade do Recife, capital do Estado de Pernambuco. No passado a cidade utilizou o rio como via de transporte, abastecimento público e lazer. Porém no seu processo de urbanização durante décadas a população de baixa renda utilizou trechos das margens alagadiças para habitação, além de despejar esgoto domiciliar no rio por ausência do serviço de coleta de esgotos. Outro processo de urbanização que contribuiu com a degradação do rio foi o forte e acelerado crescimento de edifícios entorno do rio, ocasionando uma pressão no sistema de esgotamento que se apresenta deficiente (SILVA, 2003). Além disso aumentou as áreas impermeáveis, e consequentemente o escoamento superficial causando inundações e transbordamentos de canais, problemas estes vivenciados também, em grandes centros urbanos do Brasil.

Atualmente, o índice de coleta de esgoto da cidade do Recife é apenas de 36,4% do esgoto gerado, estando entre as 19 capitais brasileiras que tem níveis de tratamento abaixo de 50% (TRATA BRASIL, 2015). Uma análise dos monitoramentos da qualidade da água, o Rio Capibaribe, no trecho da região metropolitana do Recife, apresentou qualidade Muito Poluída (CPRH, 2015).

▪ *Rio Dilúvio – Rio Grande do Sul*

O rio Dilúvio é um dos principais rios da cidade de Porto Alegre, capital do Estado do Rio Grande do Sul, apresenta uma área de drenagem de 83 km² e uma população de 450 mil habitantes. Nasce na Lomba do Pinheiro, zona leste da cidade, recebendo vários afluentes ao longo do seu curso e deságua no limite entre os parques Marinha do Brasil e Mauricio Sirotsky Sobrinho (DEP, 2015). A bacia abrange 36 bairros de Porto Alegre e uma parte da cidade de Viamão localizada na região metropolitana (PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE *et al.*, 2011). Um estudo realizado por Oliveira *et al.* (2012) mostrou que nesse rio havia predominância da bactéria do gênero *Escherichia Coli*, mostrando, assim, a contaminação por esgoto doméstico, em função da contagem de bactérias heterotróficas e a colimetria, a água apresentou baixa qualidade. De acordo com o DMAE (2015) do esgoto produzido na cidade de Porto Alegre apenas 56% é tratado, situação que se reflete na qualidade da água do Arroio Dilúvio.

Segundo Prefeitura Municipal de Porto Alegre *et al.* (2011) as represas Lomba do Sabão e Mãe D'água, onde se localiza a nascente do rio Dilúvio, encontram-se poluídas. Há uma

contribuição em torno de 50 mil m³ de terra e de resíduos sólidos anualmente, além de lançamentos irregulares de esgoto domésticos e hospitalar diretamente nesse rio. A cidade de Porto Alegre possui o sistema separador absoluto, porém em muitas residências as conexões são trocadas, ou seja, o esgoto doméstico é descartado na rede de drenagem, levando, assim, o esgoto para os rios, ocasionando também a obstrução dos canais pela gordura e resíduos provocando inundações na cidade (Prefeitura Municipal de Porto Alegre *et al.*, 2011).

Em 2011 foi avaliado o Índice de Qualidade da Água - IQA, em quatro pontos de monitoramento no rio Dilúvio. Apenas o ponto de coleta na nascente apresentou boa qualidade, os outros apresentaram IQA Ruim (UFRGS, 2011 *apud* MATOS, 2014).

3.4. REVITALIZAÇÃO DOS RIOS PARA PROMOÇÃO DO DIREITO AO MEIO AMBIENTE E A CIDADE

O Capítulo da Constituição Federal que se refere ao meio ambiente (art. 225) estabelece que “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e a à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. Nesse contexto pode-se definir meio ambiente como o “conjunto dos agentes físicos, químicos, biológicos e dos fatores sociais susceptíveis de exercerem um efeito direto ou mesmo indireto, imediato ou a longo prazo, sobre todos os seres vivos, inclusive o homem” (IBGE, 2004, s.p. 2^aed).

Esse equilíbrio do meio ambiente pode ser alterado a partir das diversas atividades antrópicas que intervêm nos recursos naturais, causando modificações e poluição do mesmo como consequência do crescimento populacional, da produção industrial, e do modelo hegemônico de sociedade capitalista que contribuem para a produção cada vez maior de resíduos. Braga *et al.* (2005) conceitua poluição como uma alteração das características físicas, químicas ou biológicas da hidrosfera, litosfera ou atmosfera que cause ou venha a causar danos à saúde, à sobrevivência ou às atividades dos seres humanos e outras espécies.

A poluição que ocorre principalmente nos rios urbanos, é tão intensa que pode causar, como consequência, a sua morte, principalmente pelo uso e ocupação do solo de forma inadequada e pela falta de infraestrutura urbana. Assim, é necessário buscar uma forma de estabelecer uma relação saudável do meio ambiente com o meio urbano. É evidente que existe um conflito entre a preservação ambiental e o direito à moradia, pois Fernandes (2006) afirma que os dois são valores e direitos sociais protegidos na Constituição do Brasil, apresentando como

grande desafio compatibilizá-los, sendo apenas possível através da construção não de cenários ideias ou inadmissíveis e sim de cenários possíveis.

O mesmo autor ainda afirma que existe um número crescente de brasileiros que recorre às ocupações irregulares do solo urbano por conta da omissão e/ou ação do poder público e de grupos imobiliários, pois, segundo Gondim (2012) existe uma escassez de terra urbanizada devido a ação especulativa do mercado imobiliário. Desta forma, o aumento das áreas informais não pode ser ignorado, pois os ocupantes dessas áreas possuem direito à moradia estabelecido pela Constituição Federal de 1988, pelo Estatuto da Cidade de 2001 e pela Medida Provisória nº 2.220/2001.

O Estatuto da Cidade - Lei Federal nº 10.257/2001 é um marco da Política Urbana, construído através de lutas sociais que defenderam não só a moradia como um espaço físico e sim como um direito à cidade. Em seu artigo primeiro “estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental”. O Estatuto ainda estabelece em suas diretrizes a garantia do direito a cidades sustentáveis, com o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, ao transporte e aos serviços públicos, à infraestrutura urbana, ao lazer e ao trabalho. Além disso estabelece que deverá existir uma gestão democrática que permita a participação da população e associações representativas dos vários segmentos da comunidade, na execução e acompanhamento dos planos, programas e projetos que norteia o desenvolvimento urbano.

Ainda sobre o direito à cidade e o equilíbrio ambiental, a Medida Provisória nº 2.220/2001, aponta, segundo Fernandes (2006), que se o direito de moradia da população dos locais informais em terras públicas não puder ocorrer devido a fatores ambientais, o direito de moradia continua prevalecendo, devendo ser exercido em outro lugar adequado. Observa-se que existem instrumentos legais que visam promover, além da preservação do meio ambiente, a promoção do bem-estar social por meio das infraestruturas urbanas como saneamento ambiental, transporte, serviços públicos, lazer, entre outros, para locais que se caracterizam por ocupações irregulares. Essas ações se de fato forem realizadas permitirão o equilíbrio do meio urbano com o meio ambiente.

Assim, no que se refere a melhoria da qualidade as instituições públicas vêm buscando desenvolver ações para uma possível revitalização dos rios urbanos. Isso tem ocorrido porque com o passar dos anos, os rios urbanos que promoveram o desenvolvimento de grandes

idades, foram degradados, negados e reconhecidos pela população como canais de escoamento, ou esgotos.

Segundo Machado, A. (2008) o conceito de revitalização de bacias hidrográficas não possui caráter técnico-científico e não está previsto nas leis brasileiras. Porém, a revitalização é um conjunto de ações planejadas com o objetivo de harmonizar a gestão dos recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sócias e culturais por meio, dentre outros aspectos, da despoluição da água residuárias, da conservação de solos, do reflorestamento e recomposição de matas ciliares, da gestão integrada dos resíduos sólidos e da educação ambiental. O mesmo autor ainda afirma que o alcance da revitalização é indicado pela melhoria da quantidade e qualidade da água medidas no rio principal.

A revitalização em um conceito mais amplo é um processo complexo, uma vez que envolve um conjunto de aspectos nas esferas ambientais, socioeconômicas, políticas e institucionais, onde participam do processo gestores públicos, as empreiteiras e a população (MACHADO, A., 2008).

Além da revitalização, pode-se também, buscar a renaturalização que é um processo ainda mais complexo. Na renaturalização as ações propostas visam a recomposição dos substratos dos rios e das suas margens, a recomposição da biota aquática e a conservação das áreas naturais de inundação, correspondendo ao desenvolvimento sustentável dos rios, da paisagem e das bacias hidrográficas, sem a atuação de obras hidráulicas como as canalizações e retificações de rios, bem como o uso de gabiões de concreto entre outros dispositivos utilizados em obras da engenharia tradicional (AFONSO, 2011).

Existem diversos exemplos de cidades do mundo que revitalizaram os seus rios, melhorando a qualidade da água, tornando-os áreas de lazer e convívio. A revitalização dos rios urbanos juntamente com a realização dos serviços de saneamento adequados colabora para a melhoria da qualidade de vida da população que reside nas áreas próximas dos rios (SALGADO, 2014). Para a realização das ações de revitalização e renaturalização dos rios brasileiros, deve-se primeiramente integrar e universalizar as ações dos sistemas de esgotamento sanitário, manejo dos resíduos sólidos urbanos, drenagem das águas pluviais, bem como, buscar a elaboração de projetos com soluções alternativas e que garantam o direito à cidade aos assentamentos irregulares já consolidados (MACHADO, C., 2013).

Para que ocorra a realização das ações do saneamento básico, é necessário a regularização dos assentamentos irregulares nas áreas de risco ambiental. Martins (2006) afirma que o projeto

de regularização deve ser concebido de forma articulada e integrada entre os seguintes elementos e aspectos:

- Projeto urbanístico;
- Tecnologia e projeto de infraestrutura;
- Alternativa para a regularização urbanística (adequação à norma, revisão de Leis, enquadramento como ZEIS¹);
- Solução de regularização da propriedade (compra e venda, desapropriação, usucapião coletivo, concessão de uso especial);
- Solução de financiamento das obras;
- Solução de manutenção (condomínio, cooperativa, responsabilidade do poder público).

Assim, a regularização fundiária permite financiamentos para a chegada de projetos de infraestrutura urbana, inclusive de saneamento ambiental, e de possíveis planos de revitalização para os mananciais ocupados. Segundo Fernandes (2006), o melhor exemplo de preservação ambiental aliada a ocupações já consolidadas foi a dos Bairros Ecológicos de São Bernardo do Campo, no entorno da Represa Billings². Ali se observou uma participação ampla da comunidade, permitindo diversas ações para melhora da qualidade da água da represa, como os impedimentos de novas ocupações, remoções de pessoas em certas áreas, construção de uma estação de tratamento de esgoto custeada pela própria comunidade, reflorestamento e implantação de calçadas ecológicas.

Outro exemplo de preservação ambiental é o “Projeto de Requalificação Urbana e Ambiental da Bacia do Cobre” no município de Salvador, como resultado de discussões ocorridas desde 2007 com o objetivo de atender à reivindicação para a preservação das áreas de valor ambiental existentes. O projeto previu, entre outras ações, a urbanização dos assentamentos do Parque São Bartolomeu, Encosta de Pirajá, Lagoa da Paixão, Mané Dendê/Pirajá. Na lagoa da Paixão existia uma ocupação Quilombola precária, mas em 2012 foi entregue o

¹ ZEIS – Zona Especiais de Interesse Social, são perímetros demarcados em lei, onde se aplicam regras especiais com o objetivo de favorecer a produção de Habitação de Interesse Social –HIS ou para sua regularização de assentamentos informais.

² É um dos maiores reservatórios de água da Região Metropolitana de São Paulo. Situa-se entre São Paulo e São Bernardo do Campo.

Residencial Lagoa da Paixão I com 500 unidades, pelo Programa Minha Casa Minha Vida. Esse residencial é atendido por uma infraestrutura completa inclusive as de saneamento: abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, coleta de águas pluviais e de resíduos sólidos. As águas da Lagoa da Paixão, em 2010, eram de boa qualidade (Santos *et al.* 2010), sendo um fator importante, pois a principal nascente do rio do Cobre, encontra-se nessa lagoa. Está prevista ainda a criação do Parque Estadual da Lagoa da Paixão onde irá preservar as principais nascentes do Rio do Cobre. Assim, dentro dos cenários possíveis, pode-se melhorar a relação entre o meio ambiente e a cidade, através de medidas que mudem a forma como se dá o crescimento urbano na maioria das cidades brasileiras, sendo ele segregador e poluidor.

3.4.1. Revitalização de rios no Exterior

- **Rio Anacostia – Estados Unidos da América**

O rio Anacostia nasce no estado de Maryland percorrendo 13,50 km até a cidade de Washington-DC, capital dos Estados Unidos. Localiza-se no meio da cidade, circuncidado por vários edifícios. A bacia desse rio tem uma área de, aproximadamente, 440 km², sendo que, aproximadamente, 200 km² desde encontra-se inserida em uma área bastante urbanizada. Sua extensão total da cabeceira até a foz é de 58km (GORSKI, 2010), onde ao longo dela habitam 1,1 milhões de pessoas (CONNOLLY, 2008).

De acordo com Gorski (2010) este rio, no século XVII, era utilizado como meio de transporte, além de ser suporte para pesca e agricultura ao longo da bacia. Com o desenvolvimento da cidade, a qualidade do rio foi se alterando. Em 1880 com a construção do sistema de coleta de esgoto na cidade de Washington - DC o rio passou a receber todo o esgoto (GORSKI, 2010). Nesse rio o que agrava a poluição são as áreas pavimentadas em função da grande urbanização, pois nesta cidade não existem muitas fábricas ou indústrias que poderiam ocasionar a degradação (GORSKI, 2010).

Um estudo realizado em 2003 mostrou que 60% dos peixes cabeça-de-touro que vivem no rio tinham tumores ou lesões em seus corpos, demonstrando o nível da poluição do mesmo. A qualidade da água desse rio tem melhorado em função de programas de educação ambiental e projetos de revitalização realizados pela ONG *Anacostia Watershed Society* desde 1992. Embora no país exista a Lei “*Clean Water Act*” aprovada em 1972 para controlar as descargas pontuais de esgoto nos rios esta não pode ser aplicada no caso do rio Anacostia, uma vez que a poluição também ocorre por fontes difusas (CONNOLLY, 2008). Outro aspecto que causa a alteração da qualidade da água do rio é o fato do sistema de coleta do esgoto doméstico em

Washington-DC, ser combinado, ou seja, o esgoto sanitário e as águas pluviais são conduzidas em uma mesma rede de coleta. Uma das desvantagens do sistema combinado é que, na maioria dos casos, esses esgotos coletados junto com as águas pluviais não são tratados, como ocorre em muitas cidades brasileiras.

Para melhorar esta situação, em 1999 a ONG, supracitada, entrou com um processo judicial contra o Estado de Washington-DC, pois este violava a lei “Clean Water Act” uma vez que, o esgoto não tratado era lançado no rio. Desta forma por meio de medidas de curto e longo prazo, foi alcançado, em 2008, uma redução de 40% da quantidade de esgoto bruto lançado do rio (CONNOLLY, 2008).

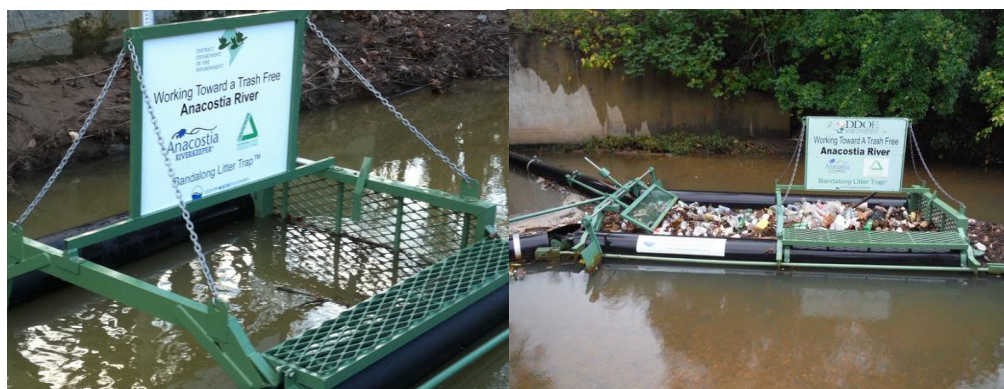
Outra intervenção da mesma ONG foi realizada em 2007, onde fez com que os estados de Maryland e de Washington-DC, definissem que os resíduos sólidos eram um fator que contribuía com a poluição do rio Anacostia (**Figura 3.2**). Foi colocada, em vários lugares na extremidade de saída das tubulações que escoam as águas pluviais, uma espécie de armadilha de lixo, os chamados “trash-traps” (**Figura 3.3**), que funcionam como uma rede que segura os resíduos sólidos carreado pela água da chuva, impedindo que seja disposto no rio (CONNOLLY, 2008).

Figura 3.2 - Resíduos sólidos no rio Anacostia.



Fonte: Connolly (2008).

Figura 3.3 - “Trash-traps” colocado nas extremidades das tubulações que lançam as águas pluviais para reter os resíduos sólidos.



Fonte: Connolly (2008).

Em 2007, a ONG também incentivou a criação da lei “Storm Water Management Act” do estado de Maryland. Essa lei exige que todos os novos projetos de construção e reforma tenha um plano ambiental de permeabilização, com o objetivo de aumentar a infiltração da água pluvial no solo. Essas ações da ONG, aliadas às atividades de educação ambiental com a população local, com o objetivo de mudar a percepção do público sobre o rio, contribuiu para melhoria da qualidade da água (**Figura 3.4**), resultando em um acréscimo de 50 espécies de peixes no rio, destas, sete estão retornando ao ecossistema aquático (CONNOLLY, 2008).

Figura 3.4 - Atividade de navegação no rio Anacostia, promovendo a educação ambiental.

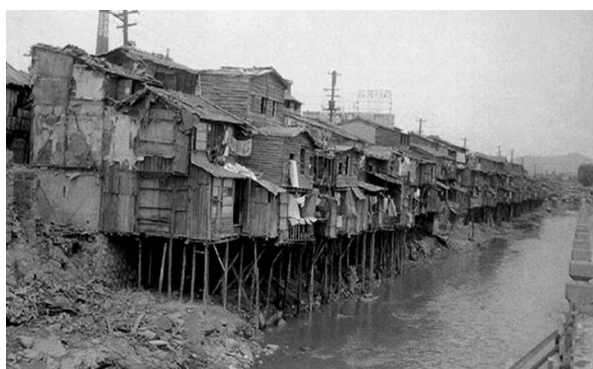


Fonte: Connolly (2008).

- **Rio Cheonggyecheon – Coreia do Sul**

Este rio está localizado na capital da Coreia do Sul, em Seul, cidade caracterizada por ser um grande centro econômico e urbano com uma população, de aproximadamente 10 milhões de habitantes, com extensão da nascente até a foz de 11km. Ao longo dos anos tanto a quantidade como a qualidade foram sendo modificados (**Figura 3.5**), por esse motivo, em 1978 ele foi coberto deixando de ser um rio, sendo inserido na malha urbana da cidade (NOH, 2010).

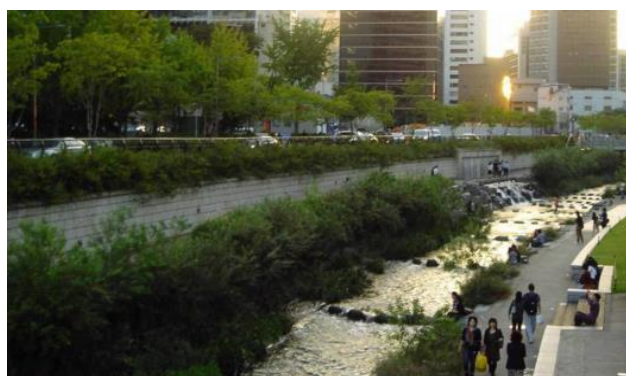
Figura 3.5 - Rio Cheonggyecheon, na cidade de Seul no início do século XX.



Fonte: Estadão (2005).

A realidade do rio começou a mudar no ano de 2000, quando o professor Soo Hong Noh fundou o grupo de pesquisa em torno do projeto Cheonggyecheon, estando envolvido com o tema desde 1991. No ano de 2002 o prefeito da cidade de Seul, Lee Bak, mostrou interesse no projeto e assim, foi iniciada a execução da revitalização, priorizando o trecho do rio localizado no o centro da cidade, em torno de 5,8km, pois o projeto seria realizado em três anos (NOH, 2010) (**Figura 3.6**).

Figura 3.6 - Rio Cheonggyecheon atualmente, após as ações de revitalização.



Fonte: Estadão (2005).

Segundo Noh (2010), os principais objetivos da revitalização foram:

- Restaurar a herança histórica, cultural e estética;
- Trazer de volta o ecossistema à cidade;
- Iniciar um desenvolvimento equilibrado, entre as partes velha e nova da cidade;
- Fornecer experiência de educação ambiental para milhões de cidadãos.

Para a revitalização do rio Cheonggyecheon foram demolidas as estruturas de concreto (Figura 3.7), implementado um plano de tratamento de esgoto eficiente, pois toda a estrutura era um grande canal de esgoto. Foi também, criada uma estação de suprimento de água e desenvolvido projetos de paisagismo e iluminação, além da construção de pontes de vias adicionais (NOH, 2010).

Figura 3.7 - Demolição das estruturas de concreto.



Fonte: Noh (2010).

Com as ações supracitadas, foi possível em três anos ocorrer uma melhora ecológica e ambiental. Houve redução da temperatura média da área central da cidade, muitas espécies foram recuperadas e cerca de sete milhões de pessoas já visitaram o rio (Figura 3.8)

Figura 3.8 - Visitações no Rio Cheonggyecheon.



Fonte: Estadão (2005).

▪ *Rio Sena - França*

O rio Sena que é um dos maiores rios em extensão do continente Europeu, também passou e passa pelo processo de revitalização. A bacia do rio Sena, localizada na França, possui aproximadamente 100.000 km². Nela se encontram 8 mil cidades, com uma população que atinge 7,6 milhões de habitantes, sendo que 80% está concentrada na capital, Paris (CASTEROT, 2010).

Afonso (2011) afirma, que nos anos 60, quando foi criado o comitê de bacia desse rio, só existiam nele 4 espécies de peixes (**Figura 3.9**). Problemas como estes, estão relacionados com os despejos inadequados de resíduos, que no início do século XVIII levaram a mais de 1 milhão de mortes de pessoas por doenças de veiculação hídrica, demonstrando a forte degradação do rio. A partir do século XIX, para reduzir a mortalidade, houve a implementação do sistema de esgotamento sanitário em todas residências para evacuar o esgoto rio abaixo.

Figura 3.9 – Degradação do Rio Sena no ano de 1696.



Fonte: Casterot (2010).

Para melhorar a qualidade ambiental deste rio, esforços e investimentos estão sendo feitos desde 1994, tendo como principal fundamento o tratamento de esgotos. Nos anos 50, havia somente 11 estações de tratamento de esgoto em toda bacia, em 2008, eram quase 2000 em funcionamento. No ano de 2009 foi comemorado pelas autoridades francesas a volta dos salmões ao rio Sena, para desovar, após quase um século sem a presença dessa espécie (CASTEROT, 2010).

Com o projeto de revitalização do rio Sena, pode-se observar melhorias como: aumento na quantidade de peixes; melhoria na qualidade da água, permitindo que hoje o rio seja utilizado para navegação, portos industriais, pesca e turismo (**Figura 3.10**). Porém, os objetivos só serão

alcançados quando o rio puder ser utilizado para balneabilidade e para isso é importante a manutenção e continuidade dos projetos e investimentos na revitalização (CASTEROT, 2010).

Figura 3.10 – Rio Sena atual.



Fonte: Estadão (2015).

3.5. RIOS URBANOS NA CIDADE DE SALVADOR E O SANEAMENTO BÁSICO

A capital baiana, Salvador, não exhibe um quadro diferente das outras cidades brasileiras, a respeito dos seus rios, que ao longo dos anos vêm apresentando alterações da qualidade e modificação dos leitos, além de procurar solucionar alguns problemas com alternativas inadequadas. Salvador é uma metrópole regional com população de 2.675.656 habitantes, com estimativa para 2015 de 2.921.087 habitantes (IBGE, 2010), sendo o terceiro município brasileiro mais populoso do Brasil, caminhando para uma população de quase 3 milhões de habitantes.

A cidade é circundada pelas águas, localizada na Região Hidrográfica do Atlântico Leste, em termos do Planejamento Nacional de Recursos Hídricos, em termos do Plano Estadual de Recursos Hídricos do estado da Bahia, Salvador se localiza na Região de Planejamento e Gestão das Águas (RPGA) XI, sendo a região do Recôncavo Norte e Inhambupe. Em Salvador foram delimitados 12 bacias dos rios, do Seixo (Barra/Centenário), Camarajipe, Cobre, Ipitanga, Jaguaripe, Lucaia, Paraguari, Passa Vaca, Pedras, Pituáçu, Ilha de Maré e Ilha dos Frades (SANTOS *et al.*, 2010). Com o crescimento da cidade, os rios inicialmente eram utilizados para o abastecimento de água, porém com o aumento da população aliada à falta de ordenamento do uso do solo e ausência de infraestrutura urbana, os rios urbanos da cidade foram sendo utilizados para a destinação de esgoto sem nenhum tipo de tratamento.

Até o século XX, os serviços de saneamento das cidades brasileiras eram apenas para evitar a proliferação de doenças, devido à contaminação por efluentes lançados nos rios utilizados

como fonte de abastecimento (TUCCI, 2008). Esta situação se caracteriza pela fase do saneamento higienista. O princípio higienista conceitua-se, por ser um sistema de saneamento que tinha como base a circulação contínua das águas residuárias advinda das atividades da sociedade, para fora da cidade, tendo como objetivo não deixar essa água estagnada. Este princípio foi utilizado no Brasil no período entre os séculos XVIII e XIX (CALLADO e NEVES, 2005).

No município de Salvador, até o século XIX, houve diversas medidas higienistas, para melhorar a condição sanitária da cidade na década de 1830, a exemplo da elaboração do “Código Sanitário” e da canalização do rio das Tripas, que era bastante insalubre por receber águas servidas da população que morava no entorno (MACHADO, C., 2013). Além disso, em 1852, foi realizado um estudo de implantação de um serviço de canalização de água para Salvador, resultando na criação da Companhia do Queimado, autorizada pela Lei Provincial nº451, de 17 de junho de 1852 (**Figura 3.11**). A Companhia era responsável pela captação, tratamento e distribuição de água na cidade de Salvador. A sua captação era na represa do Queimado, esta sendo uma das nascentes do rio Camarajipe, que na época produzia uma vazão em torno 1000m³/d, distribuídos por 21 chafarizes (EMBASA, 2002).

Figura 3.11 - Companhia do Queimado.



Fonte: EMBASA (2002).

Já a partir do século XX houve a ampliação do sistema de abastecimento de água e a construção da rede de esgoto, pelo engenheiro baiano Theodoro Sampaio. Foi então realizado um plano para aumentar a vazão captada no rio Camarajipe, no riacho do Prata e na represa do Queimado. Porém, os problemas relacionados ao saneamento não foram sanados. Em 1924, o médico Genésio Pacheco, do Instituto Oswaldo Cruz, apresentou um diagnóstico das represas que abasteciam a cidade de Salvador (EMBASA, 2002), no qual mostrava a poluição em algumas das represas, inclusive do Queimado, que estava causando surtos de febre tifoide

e disenteria. A represa da Mata Escura necessitava de um sistema de filtragem; a do Cascão estava com suas matas devastadas nas margens, e as outras ainda estavam em bom estado (EMBASA, 2002).

A situação do saneamento da cidade não era das melhores, assim o governador da época transferiu a responsabilidade do saneamento para o estado, e em 1925, contratou o escritório do engenheiro Francisco Saturnino de Brito, para elaborar um novo plano (MACHADO, C., 2013). Esse engenheiro propôs algumas soluções para os serviços de abastecimento e esgotamento sanitário de Salvador, tais como: construção de novas represas, represamento e adução do rio Joanes, adoção do sistema separador absoluto e construção de um emissário submarino. As propostas foram aceitas pelo governador e assim iniciaram as obras. Porém no ano de 1929 as obras foram interrompidas, e apenas foi executado menos 10 Km de coletores de esgoto e construído um trecho do emissário (SUDENE, 1968 *apud* MACHADO, C., 2013).

Outro fato importante na história do saneamento na cidade de Salvador foi a implantação do Escritório do Plano de Urbanismo da Cidade de Salvador (EPUCS), iniciado em 1943 pelo engenheiro Mário Leal Ferreira, propondo a elaboração do plano urbanístico da cidade, desenvolvido por uma equipe multidisciplinar (SAMPAIO, 1999; MACHADO, C., 2013). Esse plano propõe os sistemas de abastecimento e de esgotamento sanitário considerando as características topográficas e as vias propostas (SAMPAIO, 1999). A principal ideia no âmbito do saneamento foi a obra de desvio do rio Camarajipe para a praia do Chama-Nego, hoje conhecida como praia do Costa Azul (MACHADO, C., 2013). O desvio do curso só ocorreu na década de 1970 devido à ocorrência de enchentes nas zonas baixas do Rio Vermelho (SANTOS *et al.* 2010).

Entre os anos 50 e 60 o saneamento na cidade foi marcado pela construção de avenidas de vale, e pela construção das canalizações dos rios a margem das vias. Machado, C. (2013) afirma que neste período houveram grandes modificações nos rios urbanos de Salvador com a construção de avenidas de vale, que tiveram como objetivo promover melhorias nas condições sanitárias, porém estas obras foram realizadas sem a elaboração de estudos que integrassem toda a cidade.

Também nos anos 60, foi criada a Superintendência de Água e Esgotos do Recôncavo (SAER), abrangendo os municípios de Salvador, Camaçari, Candeias e São Francisco do Conde, contando com investimento do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID). Porém, em 1971, com a criação da Empresa Baiana de Água e Saneamento (EMBASA), a SAER foi extinta. Em 1975, a EMBASA incorporou a Companhia Metropolitana de Águas e

Esgotos (COMAE) e Companhia de Saneamento do Estado da Bahia (COSEB). A COMAE era responsável pela operação do sistema da Rede Metropolitana de Salvador, e a COSEB tinha como responsabilidade a operação dos sistemas no interior do estado (SANTOS *et al.*, 2007).

A criação da EMBASA, foi importante para o acesso aos empréstimos do PLANASA. Como já dito no presente trabalho, o PLANASA conseguiu melhorar a situação do abastecimento de água, porém ao que diz respeito ao esgotamento sanitário não houve melhora dos índices. De acordo com Santos *et al.*, (2007) nos anos 80 os investimentos em saneamento caíram de forma significativa, situação representada no ano de 1998, onde apenas 11% da população baiana se beneficiava com o esgotamento sanitário.

Nos anos 90, o Governo do Estado realizou ações do saneamento no estado da Bahia, inclusive por meio do Programa Bahia Azul, com o objetivo de mudar o quadro da degradação ambiental na Baía de Todos os Santos (BTS). Assim, foram realizadas ações de saneamento ambiental nos centros urbanos e no seu entorno (BORJA, 2009). O programa visava melhorar a qualidade de vida de 2,5 milhões de pessoas; recuperar o equilíbrio ecológico da BTS; ampliar a cobertura de esgotamento sanitário de Salvador de 26% para 80% da população; melhorar o padrão de saúde pública, reduzindo a mortalidade infantil e a ocorrência de doenças relacionadas a água; aumentar a cobertura de abastecimento dos municípios participantes que era de 57%, em alguns casos, para até 80%; melhorar as condições de coleta e disposição dos resíduos sólidos etc (SANTOS *et al.*, 2007).

Para Borja (2009) o Programa Bahia Azul proporcionou uma ampliação no abastecimento de água, onde no ano de 1991 atendia um percentual de 84,3% e no ano de 2000 passou a atender 96,1% da população. Porém, observou-se que ocorriam intermitência nas áreas de baixa renda. Na interface do esgotamento sanitário, o autor afirma que houve o crescimento bastante significativo, passando o atendimento populacional com serviços de esgoto sanitário em 1991 de 24% para 74%, em 2000.

A situação atual do saneamento no município de Salvador ainda não é a desejada. A cidade se encontra no 34^a lugar no *ranking* brasileiro, possuindo 92,49% de atendimento total de abastecimento de água e 82,68% de esgotamento sanitário (TRATA BRASIL, 2014). Para Moraes (2012) esses dados devem ser tratados com certa cautela, pois 1% da população que não tinha acesso a rede de esgoto representa uma média de 30 mil pessoas, se for considerado a população do município.

O mesmo cuidado teve ser tomado com relação a taxa de cobertura da coleta de resíduos sólidos domiciliares em relação à população urbana na cidade de Salvador, cujo percentual é de 96,7% (SNIS, 2015), pois o que se vê são resíduos espalhados em toda cidade. Pode-se pensar que existe uma falta de educação da população que descarta seus resíduos de forma inapropriada ou os serviços de manejo de resíduos estão sendo ineficientes.

Com relação à drenagem e manejo de águas pluviais, observa-se na cidade uma situação crítica, que se evidencia nos dias chuvosos. Cada vez mais vias e praças estão sendo pavimentadas com materiais impermeáveis, ao invés de adoção de tecnologias que permitem a infiltração da água e assim a redução do escoamento superficial, como é o caso de pavimentos porosos e da utilização de gramas, reduzindo, assim, os impactos. Todas estas interfaces do saneamento básico interferem negativamente na qualidade da água dos rios urbanos.

3.6. ASPECTOS LEGAIS

De acordo com Costa *et al.* (2012), a legislação é um recurso eficaz, que poderá ser utilizada para a conciliação dos problemas entre a preservação do meio ambiente e a ocupação irregular pela habitação. Assim, através das leis haveria uma redução das ocupações nas faixas marginais dos rios, além da utilização de equipamentos de infraestrutura urbana, proporcionando a preservação das áreas.

Para a regulação da utilização do espaço urbano no Município de Salvador, devem ser observadas as seguintes legislações: a Lei Federal nº 6.766/1979, a Lei Municipal nº 8.167/2012, e a Lei nº 7400/08. Estas ajudam na prevenção dos corpos hídricos, utilização de equipamentos de infraestrutura urbana e o uso e ocupação do solo no meio urbano, como também as Leis Federais nº 9433/97 e nº6938/81.

A Lei Federal nº 6.766, de 1979, dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e determina que ao longo das águas correntes e dormentes será obrigatória a reserva de uma faixa, não-edificável de 15 metros de cada lado, assim, como determina, que o poder público competente poderá exigir nos loteamentos uma reserva de faixa *non aedificandi* (Faixa destinada para os equipamentos urbanos). Determina, também, que deverão existir uma infraestrutura básica constituída pelos equipamentos urbano de escoamento das águas pluviais, iluminação pública, esgotamento sanitário, abastecimento de água potável, energia elétrica pública e domiciliar e vias de circulação. Em parágrafo único, a Lei, estabelece que não será permitido o parcelamento do solo:

- I - em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas;
- II - em terrenos que tenham sido aterrados com material nocivo à saúde pública, sem que sejam previamente saneados;
- III - em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes;
- IV - em terrenos onde as condições geológicas não aconselham a edificação;
- V - em áreas de preservação ecológica ou naquelas onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis, até a sua correção.

A referida Lei, ainda deixa claro, que só será permitindo o parcelamento do solo para fins urbanos em zonas urbanas, de expansão urbana ou de urbanização específica, assim definidas pelo plano diretor ou aprovadas por Lei municipal.

A Lei Municipal nº 8.167/2012 dispõe sobre o Ordenamento do Uso e Ocupação do Solo (LOUOS) no município de Salvador. Esta tem, entre seus objetivos, o de “garantir a minimização dos impactos causados na estrutura urbana no exercício das atividades e instalação de empreendimentos que configuram o uso e a ocupação do solo” e promover a preservação do meio ambiente (Art. 2º).

Em seu capítulo I, determina os zoneamentos do território municipal, sendo eles:

- Zonas de Uso Residencial,
- Zonas de Uso Não Residenciais
- Corredores de Usos Diversificados.

O zoneamento é uma ferramenta utilizada pelos Planos Diretores dos municípios, permitindo uma divisão da área diferenciando o uso e ocupação das mesmas. Barbosa e Carvalho (2010) afirma que o zoneamento é um dispositivo legal que assegura a distribuição adequada dos usos do solo em uma área urbana, possibilitando dessa forma condições mínimas de habitabilidade e sustentação das necessidades básicas, além de permitir uma preservação da qualidade ambiental.

Em seu capítulo II, estabelece as seguintes exigências às intervenções nos recursos hídricos:

- a não interrupção do fluxo de cursos de água perene;
- o empreendimento não poderá causar poluição do solo, da atmosfera e das águas, nem resultar danos à presença humana;
- deverá atender os critérios aplicáveis a desmatamento, escavações e terraplenagens.

Além disso aborda a questão do índice de permeabilidade (Ip) do terreno, estabelecendo o percentual de área permeável, devendo ser mantido pelo menos 50% (cinquenta por cento) áreas em terreno natural, admitido tratamento paisagístico. A outra parcela poderá ser revestida por materiais permeáveis ou tanques para a canalização das águas pluviais, porém não será admitido o direcionamento das águas para a rede pública de drenagem.

Além da Lei de Ordenamento do Uso e Ocupação do Solo (LOUOS), o município de Salvador conta com a Lei nº 7400/2008, que dispõe sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano que está em revisão e já estão ocorrendo as audiências públicas.

O princípio da referida lei é o direito à cidade para todos, compreendendo os direitos a terra urbanizada, moradia, saneamento básico, segurança física e psicossocial, infraestrutura e serviços públicos, mobilidade urbana, ao acesso universal aos espaços e equipamentos públicos e de uso público, educação, ao trabalho, cultura e lazer, ao exercício da religiosidade plena e produção econômica

Outro princípio corresponde ao direito à cidade sustentável que proporciona o desenvolvimento socialmente justo, ambientalmente equilibrado e economicamente viável, visando a garantir qualidade de vida para as gerações presentes e futuras. Nesse contexto, a Lei apresenta alguns objetivos, sendo eles:

[...] VII - compatibilizar os interesses de Salvador com os demais Municípios da sua Região Metropolitana, especialmente no que diz respeito à economia, ao uso do solo, à prestação de serviços públicos, em especial os de saúde, educação e transportes, bem como Saneamento Básico e gestão integrada de recursos ambientais e de riscos;

VIII – integrar, no processo de desenvolvimento do Município, o crescimento socioeconômico, a qualificação do espaço urbano para atendimento à função social da cidade, a conservação dos atributos ambientais e a recuperação do meio ambiente degradado; [...]

XI-promover a gradativa regularização urbanística e fundiária dos assentamentos precários, revertendo o processo de segregação espacial no território do Município.[...]

Estas questões supracitadas permitem através do zoneamento e cumprimento da lei, a melhoria das condições dos rios urbanos na cidade, já que sua degradação está diretamente relacionada ao uso e ocupação do solo. Porém, o que se observa nas cidades são situações contraditórias às estabelecidas por lei. Segundo Costa *et al.* (2012) a ausência de políticas eficazes de provimento da habitação, tem ocasionado o crescimento da construção informal acelerado, além de contar com locais informais já consolidados. Contudo, de acordo com Maricato (2000) o problema das cidades brasileiras não é a falta de planejamento ou de

planejadores capacitados, e sim no distanciamento entre o discurso presente nos planos e a situação real existente no cotidiano social.

Além das leis que disciplinam o uso do espaço urbano existe também a Lei Federal nº 11.445/2007, que dispõe sobre a Política Nacional de Saneamento Básico que tem grande importância para a manutenção das condições sanitárias do município.

Esta considera que devem existir tecnologias apropriadas, a qual deve considerar a capacidade de pagamento dos usuários e a adoção de soluções graduais e progressivas. Assim, as cidades informais apresentam características urbanísticas e socioculturais, que levam a utilização de técnicas específicas e distintas das convencionais (HELLER, 1989 *apud* BRITTO, SD).

As cidades informais se caracterizam por possuir, segundo (BRITTO, SD):

- Elevado adensamento populacional;
- Desordenamento espacial;
- Espaços livres exíguos;
- Diversidade de usos dos espaços públicos e privado;
- Topografia complexa;
- Autoconstrução e improvisado de soluções técnicas para as moradias.

Estes aspectos devem ser levados em consideração para a implementação de uma tecnologia para o saneamento básico (esgoto sanitário, resíduos sólidos, drenagem urbana e abastecimento de água).

A Lei Federal 9433/97, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, define como um princípio básico a gestão através de bacias hidrográficas, bem como um dos instrumentos a outorga e o enquadramento. O instrumento outorga tem como objetivos “assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água”, assim, entre as atividades sujeitas a outorga é o lançamento em corpo d’água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, estando tratados ou não, com a finalidade de diluição, transporte ou disposição final. Aliado a outorga, o enquadramento, é o um dos instrumentos da Política que “assegura às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas”, e também a diminuição nos custos de combate à poluição das águas, através de ações preventivas permanentes.

Outro aspecto legal que auxilia ao manutenção e prevenção da qualidade das águas dos rios é a Lei Federal nº6938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e

mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Em seu Art. 9º estabelece os instrumentos da Política, sendo alguns deles:

- Zoneamento ambiental;
- Licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras;
- Incentivos à produção e instalação de equipamentos e a criação ou absorção de tecnologia, voltados para a melhoria da qualidade ambiental.

Aspectos que intervêm na melhora da qualidade dos rio urbanos.

4. METODOLOGIA

A pesquisa se caracteriza por ser bibliográfica e exploratória por meio de estudo de caso, que investiga um fenômeno em uma determinada realidade, com o objetivo de conhecer como e o porquê de uma determinada situação, buscando descobrir o que existe nela de característico (FONSECA, 2002)

A pesquisa, então, foi conduzida através de revisão bibliográfica utilizando livros, periódicos, dissertações e teses que abordam o assunto, a fim de possibilitar uma melhor compreensão sobre o tema e o conhecimento dos fatores que interferem na situação sanitária dos rios urbanos. Essa revisão bibliográfica possibilitou o conhecimento de parte da história da ocupação da cidade de Salvador, do avanço nas questões sanitárias e da história do rio Camarajipe. Paralelamente a isso, foi realizado um estudo de caso, fazendo uma caracterização *in loco* do objeto estudado visando desenvolver um diagnóstico da situação atual das condições sanitárias do rio Camarajipe que foi o objeto do estudo.

Para o desenvolvimento do estudo de caso foi realizada as seguintes atividades:

- ***Delimitação dos trechos visitados***

Na realização do diagnóstico *in loco* foi utilizado o equipamento GPS – *Global Positioning System*, para a determinação das coordenadas geográficas dos trechos visitados, e assim proceder à delimitação dos trechos. Com as coordenadas geográficas e utilizando o programa *Google Earth* e *ArcGis*, foi gerado o mapa, através de imagens de satélite e base de dados, com os traçados dos trechos visitados.

- ***Diagnóstico das condições atuais do rio Camarajipe***

Para a realização de um diagnóstico, inicialmente foi feita uma caracterização *in loco* de seis trechos, três deles dentro do bairro de Boa Vista de São Caetano que se encontra inserido em uma zona periférica da cidade de Salvador, dois que representam a foz natural antiga do rio localizada no bairro do Rio Vermelho e a foz atual localizada no bairro do Costa Azul e o último trecho na região do Iguatemi. A escolha desses trechos foi definida em função da diferença de uso e ocupação do solo. Não foi possível percorrer o rio da nascente até a foz por causa da ocupação desordenada, pois muitos trechos encontram-se localizados em favelas que não permitem o acesso e a marginalidade limita a entrada de desconhecidos nas favelas.

Este diagnóstico procedeu-se através de identificação de mapas, registros fotográficos e inspeção *in loco* identificando alguns aspectos como: a configuração da seção do rio e sua inclinação; tipo de material da construção do canal; a presença de: vegetação, resíduos sólidos, animais e vetores; uso e ocupação do solo na bacia; lançamentos de esgoto; cor e odor da água que escoam ao longo do canal. A visita na zona periférica foi realizada com ajuda de alguns moradores.

▪ **Qualidade da água do rio Camarajipe**

Para o levantamento de dados secundários de qualidade da água, foram utilizados os dados contidos no Livro “O Caminho das Águas em Salvador” do ano de 2010 e o Relatório Técnico nº005/15 – Qualidade Ambiental dos Rios de Salvador do ano de 2015, do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídrico – INEMA.

No livro intitulado “O Caminho das Águas em Salvador”, a avaliação da qualidade das águas dos rios urbanos da cidade foi realizada em três campanhas com períodos distintos. A primeira campanha (piloto) ocorreu em novembro do ano de 2007, a segunda em agosto e setembro de 2008 (tempo chuvoso) e por último, a terceira campanha em março e abril de 2009 (tempo seco).

Os principais parâmetros analisados foram: Coliformes Termotolerantes, Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO₅; Fósforo total; Nitrogênio total; Oxigênio dissolvido – OD; Óleos e graxas; Sólidos totais e Turbidez, foi realizado também o cálculo do Índice de Qualidade das Águas – IQA (SANTOS *et al.*, 2010). A análise da qualidade das águas na bacia do rio Camarajipe foi realizada em onze pontos de coleta (**Quadro 4.1**).

Quadro 4.1 - Identificação dos pontos de coleta das amostras de água.

PONTO	COORDENADA X	COORDENADA Y	REFERÊNCIA
CAM01	557227,3922	8572588,393	Rua Oscar Duque de Almeida (Alto do Cabrito) -Dique de Campinas
CAM02	557394,6373	8570451,657	Rua Milton Moura Costa, bairro da Baixa do Camarajipe
CAM03	557411,3699	8568976,844	Rua Direta do Bom Juá, Jaqueira do Carneiro
CAM04	556991,0646	8568113,576	Rua Martiniano Bonfim/Baixinha de Sto. Antonio (Bairro Reis)
CAM05	556601,2091	8566215,354	Rua dos Rodoviários, Rótula do Abacaxi
CAM06	556946,1162	8565344,121	Av. ACM (entre o Detran e Tratocar)
CAM07	557878,4892	8565111,827	Av. ACM (Unidade de Captação em Tempo Seco da EMBASA)
CAM08	559110,7922	8565112,125	Av. Tancredo Neves, em frente ao Salvador Shopping
CAM09	559775,4199	8563018,211	Av. Professor Magalhães Neto em frente ao Colégio Thales de Azevedo
CAM10	555101,4265	8565112,125	Av. Glauber Rocha, Estrada da Rainha, Baixa de Quintas
CAM11	554713,7823	8566292,459	Rua Cônego Pereira, Av. Sete Portas, em frente Posto Shell-SMA

Fonte: Adaptado de SANTOS *et al.* (2010).

Nesses pontos, além dos parâmetros físicos, químicos, e biológicos analisados em laboratório, também foram verificados alguns fatores como, situação da margem, vegetação na água, cor, e odor, nos locais de coleta.

Para avaliar a qualidade das águas do rio Camarajipe o INEMA analisou os parâmetros físicos, químicos e biológicos com referência a Resolução CONAMA nº357/05, onde foi considerado os rios de Salvador como classe dois: água doce. Utilizou-se também, o IQA, que foi desenvolvido pela CETESB a partir do *Natural Sanitation Foundation* dos Estados Unidos, e também foi utilizado o Índice de Estado Trófico - IET, onde através dos valores dos parâmetros de clorofila a e fósforo total foi possível realizar os cálculos e chegar ao índice, permitindo assim conhecer o grau de trofia da água, ou seja, avaliar a qualidade da água de acordo com o enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao aumento excessivo das algas ou ao crescimento de macrófitas aquáticas (ANA, 2016).

Foram coletadas seis amostras ao longo da bacia do rio Camarajipe, sendo que duas amostras foram de afluentes. O período da coleta foi de 18 a 21 de novembro de 2014. Cinco amostras foram coletadas em pontos dentro de localidades carentes de infraestrutura urbana, sendo eles representados no **Quadro 4.2**.

Quadro 4.2 - Identificação dos pontos de coleta das amostras de água (Relatório INEMA).

PONTO	COORDENADAS	REFERÊNCIA
CA01	12°55'0.79''S 38°28'19.56''O	Alto do Cabrito – Dique de Campinas
CA02	12°56'28.7''S 38°28'16.6''O	Bom Juá (embaixo da BR 324)
CA03	12°57'17.4''S 38°28'27.6''O	Rua Martiniano Bonfim/Baixinha de Sto. Antônio (Bairro Reis)
CA04	12°56'31.1''S 38°28'11.1''O	Arraial do Retiro
CA07	12°58'30.77''S 38°27'13.44''O	Avenida Luís Viana (ao lado da Grande Bahia)
CA08	12°58'46.37''S 38°28'00.30''O	Avenida ACM, em frente a rodoviária

Fonte: Adaptado de INEMA (2015).

▪ *Medidas para recuperação da qualidade da água*

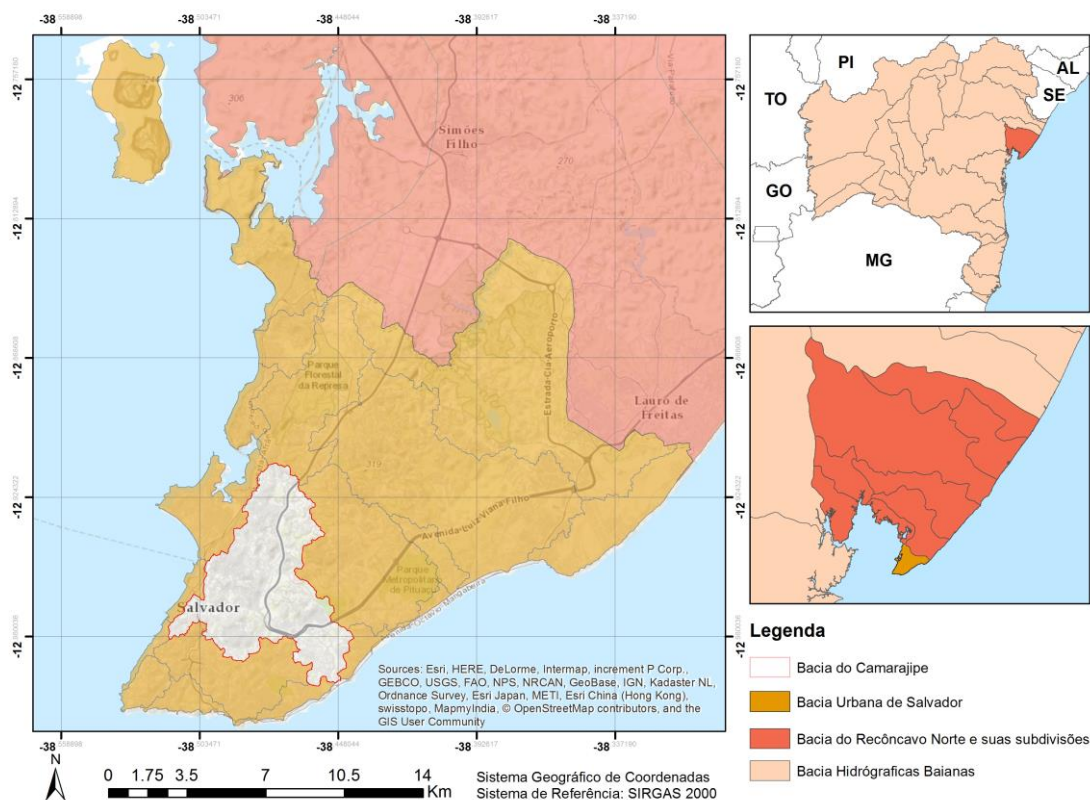
A partir do diagnóstico, foi possível propor medidas para a recuperação da qualidade da água do rio estudado, buscando, dentro das condições possíveis, tecnologias alternativas para a recuperação da água, além de procurar como referência cidades brasileiras e internacionais que implementaram medidas para a revitalização dos seus rios urbanos.

5. ESTUDO DE CASO: RIO CAMARAJIPE

5.1. CARACTERIZAÇÃO E INTERVENÇÕES NO RIO CAMARAJIPE

O rio Camarajipe, também conhecido como Camurujipe, Camorogipe e Camaragipe, tem sua nomenclatura relacionada com uma espécie de flor vermelha chamada de Cambarás que brotava ao longo do curso do rio (SANTOS *et al.* 2010; OLIVEIRA, 2002). O Camarajipe é o rio urbano da cidade de Salvador que se encontra na Bacia Hidrográfica do Recôncavo Norte (Figura 5.1) em termos Planejamento Nacional de Recursos Hídricos. Como já mencionado no nesse trabalho no Plano Estadual de Recursos Hídricos do estado da Bahia, Salvador se localiza na Região de Planejamento e Gestão das Águas (RPGA) XI, sendo a região do Recôncavo Norte e Inhambuê.

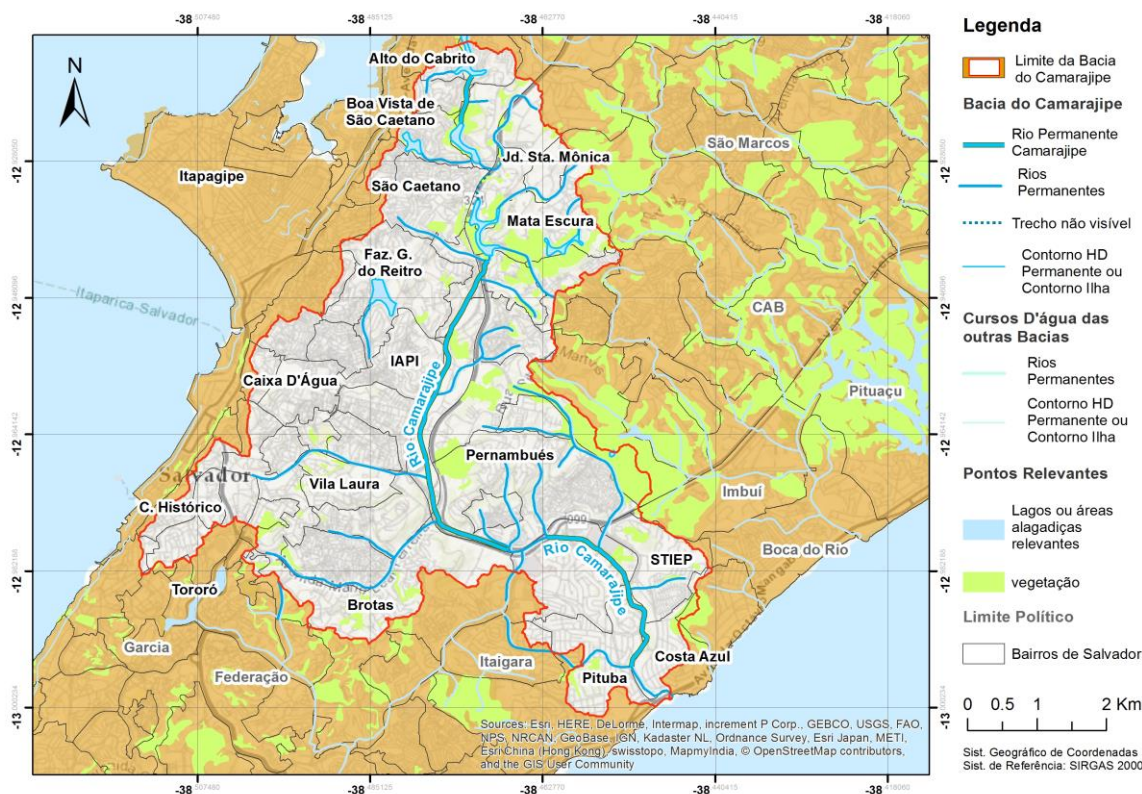
Figura 5.1 - Mapa da localização da Bacia do rio Camarajipe.



A bacia do rio Camarajipe (Figura 5.2) é a terceira maior bacia em extensão no município de Salvador. Esta possui uma área de 35,877 km² percorrendo 14 km até a foz atual, no bairro do Costa Azul. A bacia está limitada ao norte pela Bacia do Cobre, ao sul pela Bacia do Lucaia, ao leste pela Bacia do rio da Pedras/Pituaçu, ao oeste pela Península de Itapagipe, suas nascentes encontram-se próximas a Pirajá, nos bairros de Marechal Rondon, Boa Vista de São

Caetano, Calabetão e Mata Escura. Os outros bairros que o curso d'água atravessa são: Pero Vaz, IAPI, Caixa d'Água, Pau Miúdo e Saramandaia (Santos *et al.*, 2010).

Figura 5.2 - Mapa da Bacia do Rio Camarajipe.

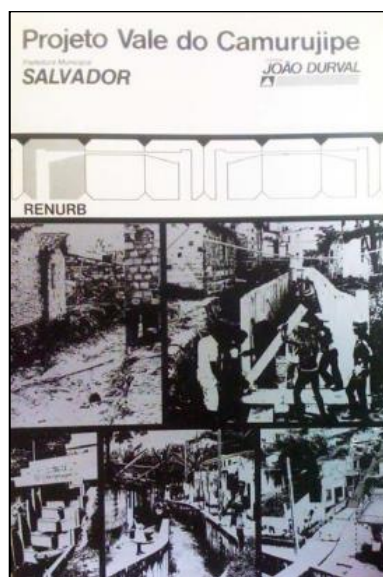


Os principais afluentes do rio Camarajipe são o rio das Tripas e o rio Campinas (Bonocô), existindo em seu trecho inicial um barramento pela represa de Mata Escura, cujo abastecimento público foi suspenso pela EMBASA desde 1978, em função da baixa qualidade das águas (ROSSI *et al.*, 2012). A bacia possui uma população de 668.871 habitantes com uma densidade populacional de 18.643,37 hab/km², correspondendo a 27,3% da população de Salvador (IBGE, 2000 *apud* SANTOS *et al.*, 2010).

Ao longo do crescimento do município de Salvador o rio Camarajipe serviu como fonte de abastecimento de água, do final do século XIX até meados do século XX, para a população. Assim foram construídas as represas de Boa Vista (ou do Ladrão), do Lobato/Campinas de Pirajá (ou de Campinas), do Prata e da Mata Escura (Santos *et al.*, 2010). Além da construção das represas, na década de 1970, houve a modificação da sua foz, que antes era no largo da Mariquita, no bairro do Rio Vermelho, e que devido às inundações que ocorriam no local foi modificada para a praia do Chega-Nega, no bairro do Costa Azul.

Em 1979, foi realizado o Projeto do Vale do Camarajipe pela Companhia de Renovação Urbana de Salvador (RENURB) (**Figura 5.3**) que teve como objetivo minimizar os problemas decorrentes da falta de saneamento e infraestrutura nas regiões de baixa renda.

Figura 5.3 - Folheto do Projeto Vale do Camurujipe.



Fonte: Vale (2009).

Foram realizadas obras de saneamento em vales ocupados por meio de canalização de córregos, da contenção de taludes e de encostas, de vias de acesso e de escadaria drenantes (VALE, 2009). De acordo com Vale (2009), nesse período, o projeto do Vale do Camarajipe constituiu-se no maior programa habitacional da prefeitura. Este se baseava na identificação dos problemas típicos da situação topográfica da cidade, caracterizada pela sucessão de cumeadas separadas por vale com cerca de 40m de profundidade. As ações que ocorreram nos bairros pobres da bacia do Camarajipe foram baseadas em oito pontos fundamentais, sendo eles (VALE, 2009):

- Legalização da posse da terra;
- Saneamento básico;
- Estabilização das encostas;
- Sistema viário para serviços básicos (transporte e coleta de resíduos sólidos);
- Rede de energia elétrica complementar;
- Iluminação pública e equipamentos.

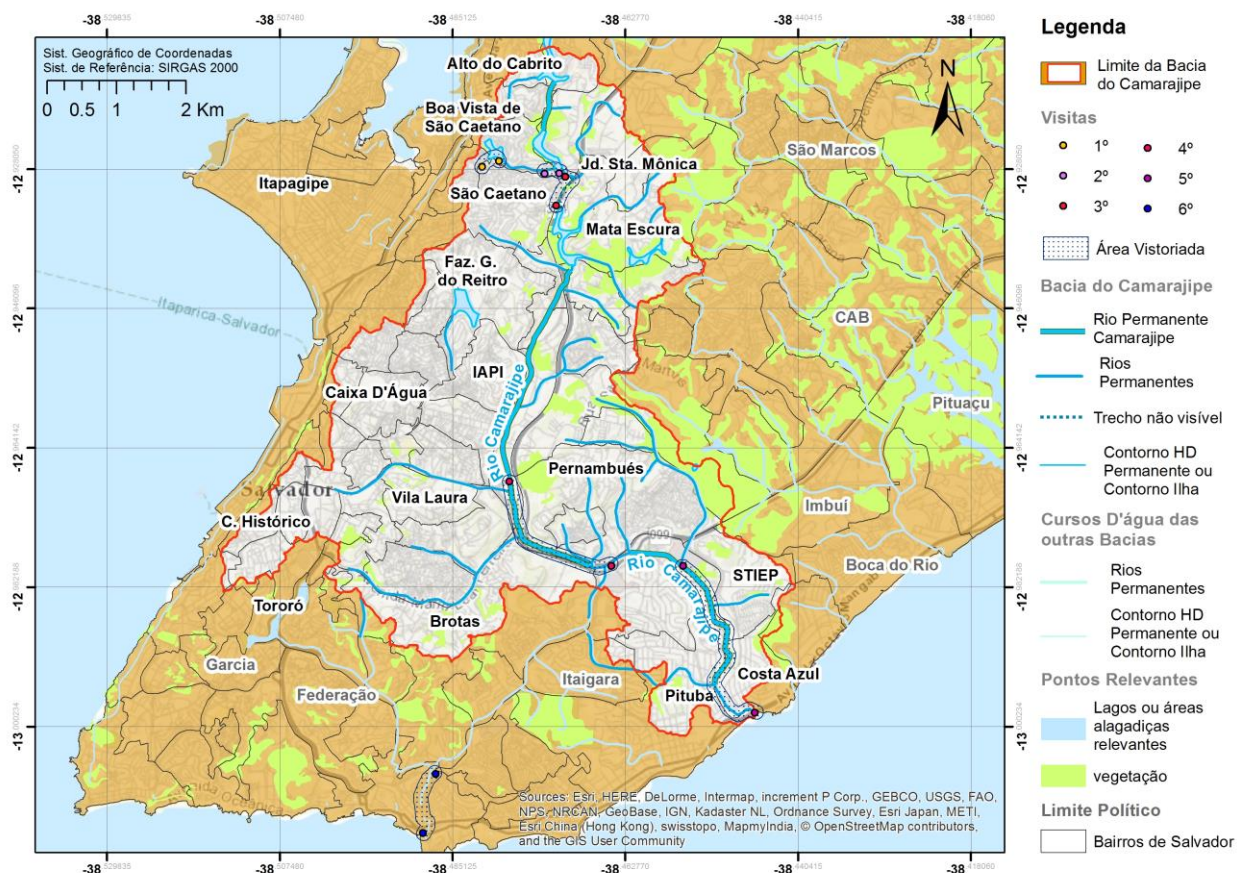
De acordo com Moraes *et al.* (2000) o projeto de saneamento básico implantado nos trechos ocupados por favelas se caracteriza por um sistema de escadarias e rampas drenantes que são ligadas aos canais de macrodrenagem (rio Camarajipe). Segundo o mesmo autor, estes elementos de infraestrutura foram construídos com pré-moldados de argamassa armada, que

tem seu interior oco, permitindo assim, que recebam as águas residuárias das casas e as águas pluviais, através de orifícios laterais, que funcionam como caixas coletoras e canais que conduzem as águas das encostas ao vale. Houve também, em alguns assentamentos, a construção de uma rede simplificada, condominial, de esgotamento sanitário.

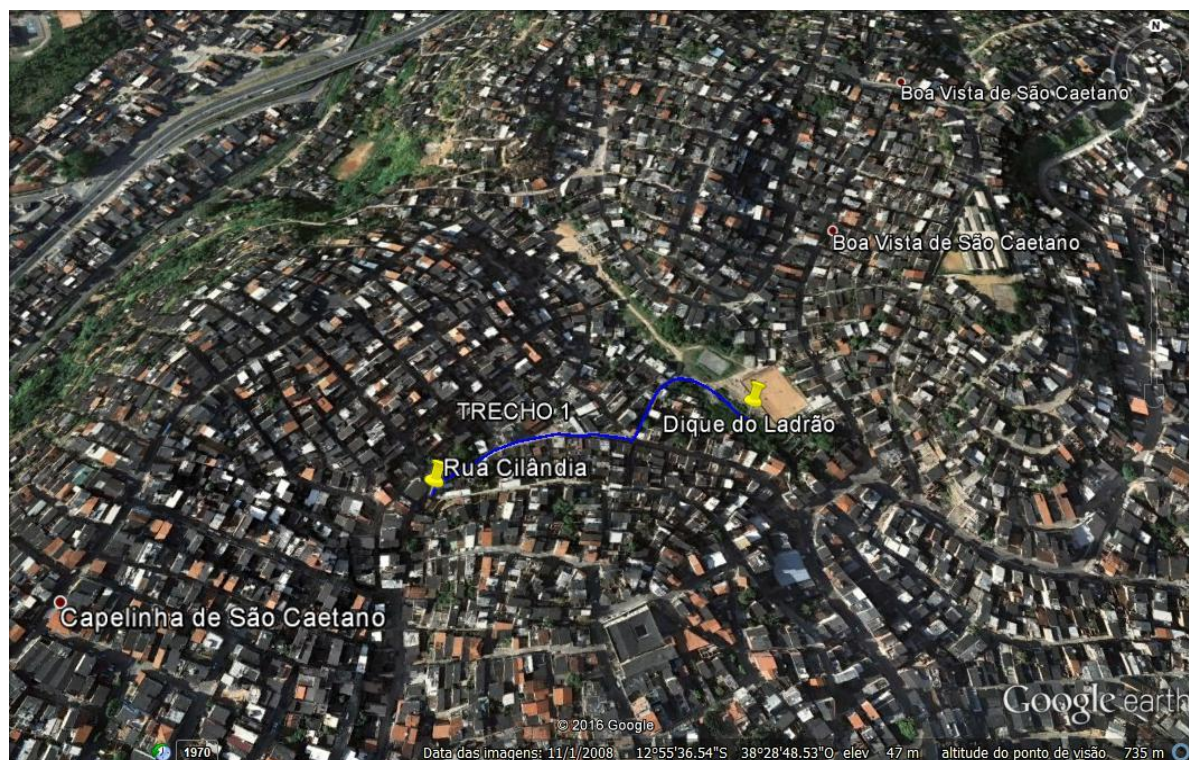
5.2. DIAGNÓSTICO “IN LOCO”

Para o diagnóstico *in loco* foram estabelecidos na extensão do rio Camarajipe seis trechos visitados (Figura 5.4), conforme dito anteriormente.

Figura 5.4 - Mapa da Bacia do rio Camarajipe, com a identificação dos trechos visitados.



O Trecho 1 localiza-se dentro do bairro Boa vista de São Caetano, onde existia uma das nascentes, a qual de acordo com alguns moradores, foi nascente aterrada e hoje se encontra o Bar do Broto, na Barriquinha. Para delimitar o trecho, foi marcado um Ponto A na rua Cilândia e ao final do trecho um Ponto B, onde se localiza o Dique do Ladrão (Figura 5.5).

Figura 5.5 - Mapa da área do rio Camarajipe, Trecho 1.

O Trecho 1 é um córrego bastante poluído, que já fez parte do Dique do Camarajipe e do Dique do Ladrão (SANTOS *et al.* 2010). O mesmo autor afirma que, em 2010, o bairro possuía uma população de 14.630 habitantes, mas certamente esta população já aumentou um pouco mais. A população de 2010 representa 0,55% dos domicílios da cidade, estando 25,32% dos chefes de família situados na faixa de renda mensal de 1 a 2 salários mínimos.

No diagnóstico em campo foi possível observar nesse trecho a canalização e o cobrimento do córrego, com placas de concreto (**Figura 5.6.a**). Segundo moradores, o rio, antigamente, corria a céu aberto, e após a sua canalização, não é permitido a passagem de carros pelo local para não haver rompimento das placas.

Foi observado, também, ao longo de todos os trechos dentro desse bairro, a falta de ordenamento do uso do solo, característico de um bairro onde a ocupação se deu de forma irregular (**Figura 5.6.a**). Ao caminhar ao longo do trecho é possível ouvir o ruído do esgoto escoando e sentir mal cheiro. Em algumas partes do trecho as placas de concreto são removíveis, o que permite a população levantá-las e jogar resíduos sólidos (**Figura 5.6.b**).

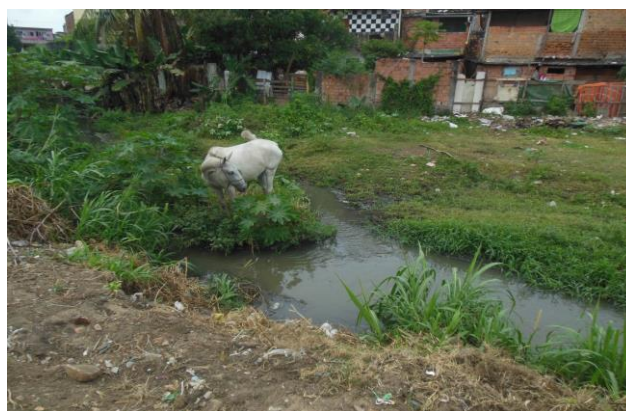
Figura 5.6 - Córrego canalizado e ocupação desordenada do solo (a) e Placas removíveis (b).



Fonte: Próprio Autor (2016).

No final do Trecho 1, chegando no Dique do Ladrão, Ponto B, o córrego não está mais coberto, apresenta uma configuração “natural” com bastantes vegetação na sua margem e animais (**Figura 5.7**). Observou-se também a ausência de lixeiras e por esse motivo os resíduos sólidos estão sendo lançados a céu aberto. Foram encontrados resíduos sólidos espalhados nesse ponto.

Figura 5.7 - Córrego a céu aberto no Dique do Ladrão.



Fonte: Próprio Autor (2016).

O Dique do Ladrão, segundo os moradores mais antigos, era um lugar de lazer e subsistência, sendo comum a navegação de barcos, e este também serviu como abastecimento de água (**Figura 5.8**) (SANTOS *et al.* 2010). Com o passar dos anos foi aterrado (**Figura 5.9**). Alguns moradores afirmam que a prefeitura aterrou com a justificativa de construir uma área de lazer. Atualmente na região do Dique do Ladrão existe um campo de futebol, apenas restando uma seção do córrego, que encontra-se bastante poluído.

Figura 5.8 -. Dique do Ladrão antes da intensa urbanização.



Fonte: Comunidade em Facebook (2015).

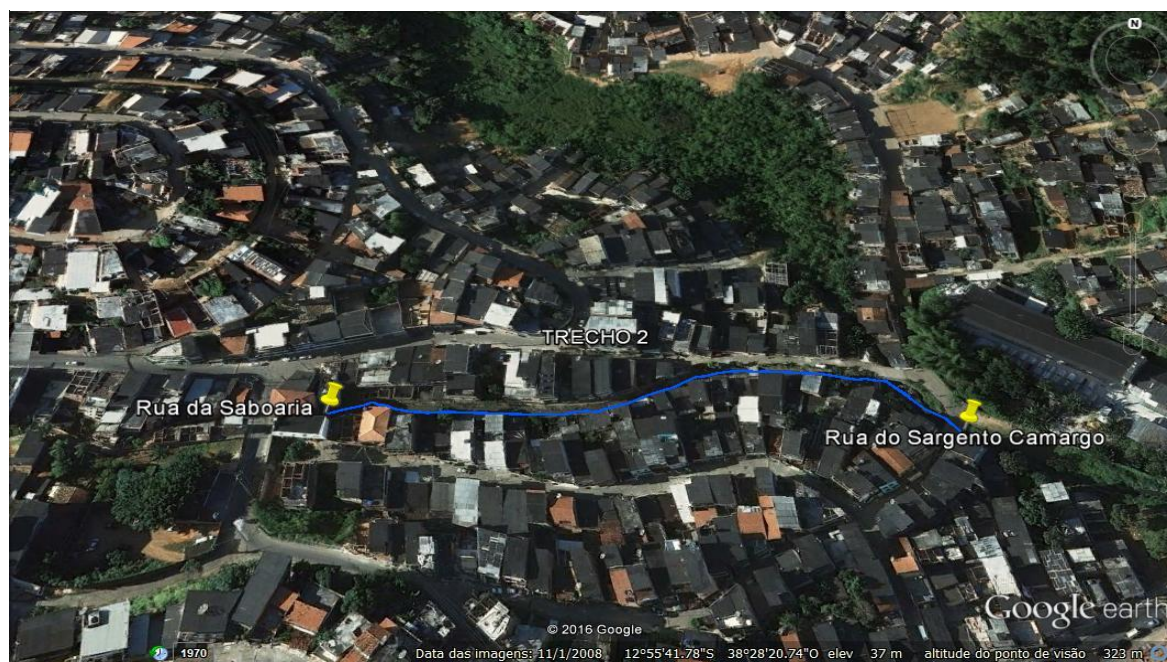
Figura 5.9 - Dique do ladrão no ano de 2015.



Fonte: Próprio Autor (2016).

O Trecho 2, também localizado no bairro de Boa vista do São Caetano, é a continuidade do córrego, entretanto, agora se constitui um canal de macrodrenagem aberto com margens em concreto e seção trapezoidal, sendo marcado o Ponto A na rua da Saboaria e no final do trecho o Ponto B, na rua do Sargento Camargo (**Figura 5.10**).

Figura 5.15 – Mapa da área do rio Camarajipe, Trecho 2.



Para chegar nesse trecho, foi percorrido um caminho estreito entre as casas, sendo possível perceber a inexistência de ordenamento do solo. Em uma parte, foi possível observar a escada drenante (**Figura 5.11**) e o córrego canalizado coberto (**Figura 5.12**) com alguns acessos livres para o descarte de resíduos sólidos, como no Trecho 1. Segundo a LIMPURB- Empresa de

Limpeza Urbana de Salvador, nesse trecho ocorre coleta de resíduos diariamente de 06:30 às 10:00h.

Figura 5.11 - Escadas drenantes no local chamado Baixa Fria.



Figura 5.12 – Ocupação das margens do rio por casas.



Fonte: Próprio Autor (2016).

No Trecho 2, foi possível observar que o córrego transporta uma vazão, sendo composto por uma mistura de água pluvial e esgoto doméstico. Todo esse trecho é canalizado, sendo parte aberta e outra coberta (**Figura 5.13 e 5.14**). Observou-se também, que algumas canalizações oriundas das casas, transportavam não somente águas pluviais dos telhados, mas também, esgoto das residências (**Figura 5.15**). Além disso foi possível observar toda margem do córrego (**Figura 5.16**).

Figura 5.13 – Início do Trecho 2, Rua da Saboaria.



Figura 5.14 - Canalização do córrego.



Fonte: Próprio Autor (2016).

Figura 5.15 - Tubulações de contribuição pluvial e de esgoto.



Figura 5.16 - Ocupação das margens do rio por casas.



Fonte: Próprio Autor (2016).

No final do trecho há uma contribuição de outro córrego proveniente de outra parte do bairro (**Figura 5.17.a**). Essa água apresenta uma coloração negra, característica de esgoto mais velho (**Figura 5.17.b**). Também é possível observar muitos resíduos sólidos na água, além de muita vegetação nas margens.

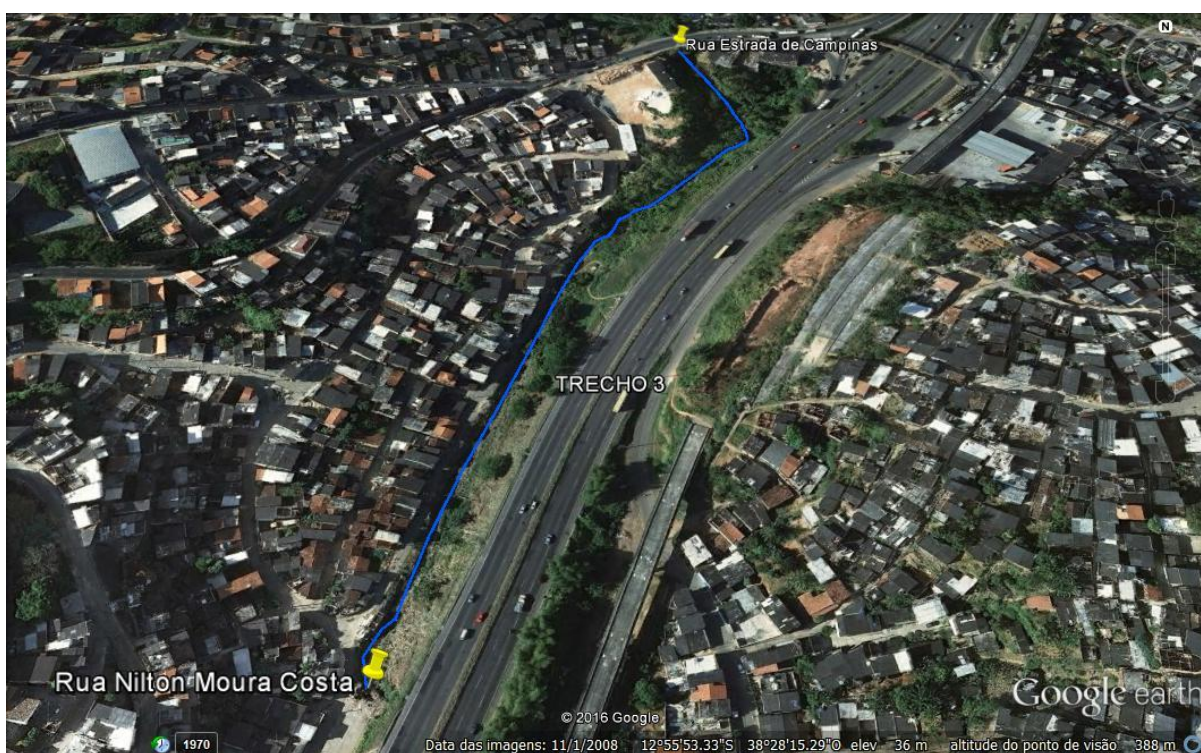
Figura 5.17 - Final do Trecho, Rua Sargento Camargo (a) e Contribuição proveniente de outra parte do bairro (b).



Fonte: Próprio Autor (2016).

O Trecho 3 localizado no bairro de São Caetano tem início no Ponto A, situado na Rua Estrada de Campinas e no Ponto B, na rua Nilton Moura Costa, também conhecida como Baixo Camarajipe, esse trecho encontra-se paralelo a BR 324 (**Figura 5.18**). Até o ano de 2010 o bairro possuía uma população de 43.811 habitantes, concentrando 1,73% dos domicílios da cidade, com 23,03% dos chefes de família situados na faixa de renda de 1 a 2 salários mínimos mensal (SANTOS *et al.*, 2010). Assim como o bairro de Boa Vista do São Caetano, este também se caracteriza por uma ocupação irregular bem consolidada, ou seja, sem nenhum ordenamento do solo.

Figura 5.18 - Mapa da área do rio Camarajipe, Trecho 3.



Todo esse trecho não é canalizado, portanto, escoa em solo natural com vegetação (**Figura 5.19**). Foi observado mal cheiro, contribuições de esgoto e de resíduos sólidos ao longo do trecho. Assim como nos trechos anteriores, observou-se casas construídas próximas às suas margens (**Figura 5.20**). No final do trecho observa-se três tubulações, duas com diâmetro de 1.500mm e uma com diâmetro de 300mm que despeja os esgotos (**Figura 5.21**). Essas lançam as águas coletadas (pluvial e esgoto) desse trecho, no Trecho 4 localizado na Rua dos Rodoviários (**Figura 5.22**) próximo a Rótula do Abacaxi e a entrada do bairro do Cabula. Neste ponto o rio das Tripas (afluente do rio), se encontra com o rio Camarajipe.

Figura 5.19 - Início do Trecho 3, Rua Estrada de Campinas, trecho com muita vegetação nas margens



Figura 5.20 -. Casas construídas na margem do córrego.



Fonte: Próprio Autor (2016).

Figura 5.21 - Final do Trecho 3 no Baixo Camarajipe.



Figura 5.22 - Início do Trecho, Rua dos Rodoviários.



Fonte: Próprio Autor (2016).

Diferentemente dos trechos anteriores, o Trecho 4, é uma região de vias e com ocupação do solo ordenada e de uso comercial. Todo o trecho está canalizado com margens em argamassa armada chegando a alcançar 20 metros de largura (SANTOS et al., 2010) (**Figura 5.23**). O Ponto A localiza-se na Rua dos Rodoviários, próximo ao Shopping Bela Vista e a Estação de Metrô e o Ponto B na Estação Transbordo, próxima a Estação Rodoviária. Grande parte do trecho percorre a Av. Antônio Carlos Magalhães (ACM), umas das principais avenidas da cidade. (**Figura 5.24**).

Figura 5.23 - Trecho 4, totalmente canalizado com margens de concreto.



Fonte: Próprio Autor (2016).

Figura 5.24 – Mapa da área do rio Camarajipe, Trecho 4.



Ao longo desse trecho está sendo construído, na margem esquerda do rio Camarajipe, a nova linha do metrô. Nesse trecho foi observado alguns pontos de contribuição de esgoto, nas proximidades da Estação do Transbordo (**Figura 5.25.a**) e próximo a passarela que dá acesso ao Detran (**Figura 5.25.b**). Não havia contribuição pluvial, pois no período da visita não estava chovendo, também foi possível observar o aterramento em algumas partes, devido a obra do metrô (**Figura 5.26**).

Figura 5.25 - Pontos de contribuição de esgoto.



Fonte: Próprio Autor (2016).

Figura 5.26 –Aterramento de partes do rio, com a obra da construção do metrô.



Fonte: Próprio Autor (2016).

Próximo aos pontos de ônibus localizados na Av. ACM e na Estação Transbordo foi observado vários descartes de resíduos sólidos. A quantidade de lixo é maior porque há uma concentração elevada de pessoas e na estação existem pontos de vendas de ambulantes que vende dentre outras coisas alimentos, cujos resíduos eram lançados no rio. Além dos resíduos de alimentos, ainda existe o descarte de grande quantidade de panfletos de propaganda que são distribuídos nas passarelas que dão acesso a Estação de Transbordo, e que também são descartados no rio. (**Figura 5.27**).

Figura 5.27 - Resíduos sólidos na margem do rio, próximo da Estação de Transbordo.



Fonte: Próprio Autor (2016).

Nesse trecho está instalada uma unidade de Captação em Tempo Seco (barramento do rio) (**Figura 5.28**), localizada próxima a Estação de Transbordo, que tem como objetivo desviar o curso do rio, em período de tempo seco para o interceptor do Baixo Camarajipe. Essas águas são levadas para a Estação de Condicionamento Prévio no bairro do Rio Vermelho, onde ocorre um tratamento preliminar, com a retirada de matérias grosseiras e areia (SANTOS *et al.*, 2010). Após um gradeamento os esgotos são encaminhados para emissário submarino do Rio Vermelho. Em períodos de chuvas e de grandes vazões, as águas residuárias juntamente com as águas pluviais são lançadas diretamente no mar.

Figura 5.28 - Unidade de Captação em Tempo Seco.



Fonte: Próprio Autor (2016).

Quando o prefeito da cidade, Antônio Carlos Magalhães Neto, assumiu a administração municipal no ano de 2013, esse trecho do canal passou por uma limpeza, onde foram coletadas várias caçambas de areia e removido os outros resíduos sólidos e a vegetação que já estava encobrindo a seção do rio. Antes dessa limpeza havia mais sedimento e vegetação do que se observa hoje, como já dito anteriormente. A água encontrava-se estagnada e esverdeada em função da grande proliferação de algas, além de existir a presença de muitos mosquitos. Após a limpeza a situação melhorou, mas ainda é preocupante, porque em épocas secas a água fica estagnada, e isso pode atrair vetores.

O Trecho 5 foi delimitado com início no Ponto A localizado no Salvador Shopping e o Ponto B na foz do rio, no bairro do Costa Azul (**Figura 5.29**). O início desse trecho é marcado por uma ocupação de prédios comerciais e no final por bairros residenciais (Pituba e Costa Azul).

Figura 5.29 – Mapa da área do rio Camarajipe, Trecho 5.



Todo o Trecho 5 do rio é canalizado e aberto, com seção trapezoidal, margens em concreto (**Figura 5.30**). Porém em algumas partes a vegetação ocupou parte da seção do canal cobrindo suas margens (**Figura 5.31**). Foi observado no ponto do Salvador Shopping contribuições de esgoto (**Figura 5.32**), e resíduos sólidos (**Figura 5.33**). Nessa parte do trecho, de acordo com a LIMPURB, ocorre coleta de resíduos sólidos diária, nas proximidades dos bairros Pituba e Costa Azul, onde a coleta é feita três vezes na semana.

Figura 5.30 - Trecho canalizado.

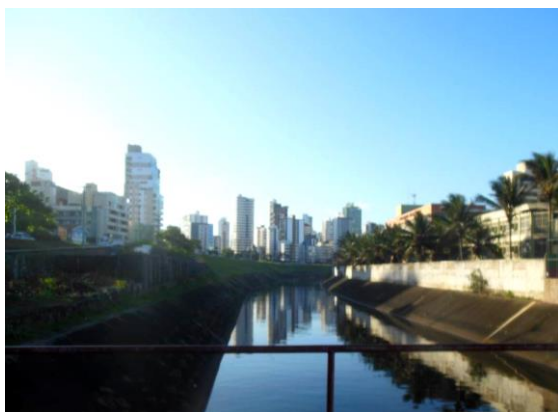


Figura 5.31- Vegetação nas margens do canal, próximo ao Salvador Shopping.



Fonte: Próprio Autor (2016).

Figura 5.32 - Contribuição de esgoto no Trecho 5.



Figura 5.33 - Resíduos sólidos ao longo do canal no Trecho 5.



Fonte: Próprio Autor (2016).

Já próximo a foz não foi observado contribuições de esgoto (**Figura 5.34**), porém o mal cheiro persiste, e existe presença de resíduos sólidos na sua margem (**Figura 5.35**). A coloração da água é cinza como em todo o trecho. De acordo com Santos *et al.* (2010) da unidade de Captação em Tempo Seco até o final desse trecho (atual foz no bairro Costa Azul), o rio tem sua vazão bastante reduzida, restando apenas a vazão de base/recarga do lençol freático.

Figura 5.34 - Resíduos sólidos na margem do rio no Trecho 5.

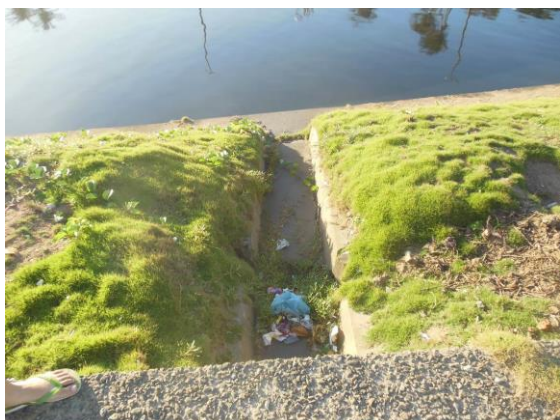


Figura 5.35 –Foz atual do rio, no bairro Costa Azul.



Fonte: Próprio Autor (2016).

O último trecho delimitado, foi o Trecho 6, localizado com o início na Av. Juracy Magalhães (Ponto A), próximo à Estação de Condicionamento Prévio da EMBASA, e com final no Largo da Mariquita na foz natural do rio Camarajipe (Ponto B), no bairro do Rio Vermelho (**Figura 5.36**). Este trecho é o caminho natural do Rio Camarajipe, porém, como já dito no presente trabalho, nos anos 70 houve um desvio do curso do rio, onde na região próxima a um centro comercial (Shopping da Bahia/Iguatemi) aproveitaram o vale do Rio Pernambués para fazer a alteração, através de dragagem e rebaixamento do substrato do vale (SANTOS *et al.*,2010). Com esta alteração a foz que antes era no Largo da Mariquita, passou a ser na praia dos Jardins dos Namorados, no bairro do Costa Azul.

Figura 5.36 - Mapa da área do rio Camarajipe, Trecho 6.



No Trecho 6 foi observado que a vazão existente é do rio Lucaia, um dos afluentes do rio Camarajipe (**Figura 5.37 e 5.38**). É um trecho que houve um ordenamento do uso do solo, marcado por uso residencial do bairro Rio Vermelho. Apesar disso foi observado pequena quantidade de resíduos de construção civil e grande quantidade de resíduos sólidos ao longo do trecho (**Figura 5.39.a**), além de tubulações de contribuições de esgoto ao longo da margem (**Figura 5.39.b**). Segundo a LIMPURB, nesse trecho ocorre coleta de resíduos sólidos em três dias da semana (3^a, 5^a e Sábado).

Este trecho é canalizado com seção retangular, com revestimento de pedra argamassada (**Figura 5.40**). Este tipo de revestimento apresenta como vantagem um custo mais baixo em relação aos outros tipos de revestimento, como o concreto, além de apresentar uma aceitação ambiental e social intermediária, pois a depender do projeto o canal pode adquirir um aspecto mais natural. Como desvantagem, para esse tipo de revestimento deve-se ter cuidado com a manutenção, pois pode reter resíduos sólidos e existir um crescimento desordenado da vegetação.

Figura 5.37 - Encontro do rio Lucaia com o rio Camarajipe.



Figura 5.38 - Represamento do rio em função da pequena vazão do rio Camarajipe.



Fonte: Próprio Autor (2016).

Figura 5.39 - Resíduos sólidos na margem do canal (a) e tubulação de contribuição de esgoto (b).



Fonte: Próprio Autor (2016).

Figura 5.40 - Canal revestido com pedra argamassada e com seção retangular.



Fonte: Próprio Autor (2016).

5.3. QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO CAMARAJIPE

No trabalho realizado por Santos *et al.* (2010), alguns pontos de coleta apresentavam quantidades elevadas de macrófitas e perifiton (alga); o odor da água variou de leve à forte; a presença de óleo na água foi observada em 5 pontos de coleta, variando de pequenas manchas a marcas em linhas. Houve uma variação na transparência da água, de opaca ou colorida a muito escura (**Quadro 5.1**).

Quadro 5.1 - Aspectos observados nos pontos de coleta.

FATORES	PONTOS DE COLETA										
	CAM01	CAM02	CAM03	CAM04	CAM05	CAM06	CAM07	CAM08	CAM09	CAM10	CAM11
Tipo de ocupação das margens	Áreas desmatadas/Residencial	Residencial	Residencial	Áreas desmatadas	Comercial/Administrativo/Industrial	Comercial/Administrativo	Comercial/Administrativo	Comercial/Administrativo	Comercial/Administrativo/Industrial	Comercial/Administrativo/Residencial	Comercial/Administrativo/Residencial
Estado do leito do rio	Assoreado	Assoreado	Assoreado	Assoreado	Revestido	Revestido	Revestido	Revestido	Revestido	Revestido	Revestido
Mata ciliar	Ausente (solo descoberto)	Dominância de gramíneas	Dominância de gramíneas	Dominância de gramíneas	Dominância de gramíneas	Dominância de gramíneas	Pavimentado	Pavimentado	Pavimentado	Pavimentado	Pavimentado
Plantas aquáticas	Macrófitas grandes concentradas	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Macrófitas grandes concentradas	Ausente	Perifiton abundante e biofilme	Perifiton abundante e biofilme
Odor da água	Nenhum	Leve	Médio	Leve	Leve	Médio	Forte (esgotos)	Forte (esgotos)	Médio	Médio	Forte (esgotos)
Oleosidade da água	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Pequenas manchas	"Marcas" em linhas(arco íris)	"Marcas" em linhas(arco íris)	"Marcas" em linhas(arco íris)	"Marcas" em linhas(arco íris)
Transparência da água	Muito escura	Opaca ou colorida	Opaca ou colorida	Muito escura	Muito escura	Muito escura	Opaca colorida	Muito escura	Opaca colorida	Muito escura	Muito escura

Fonte: Adaptado de SANTOS *et al.*, 2010. Obs: Identificação dos pontos de amostragem – CAM, indica Camarajipe e as numerações de 1 a 11 – o número do ponto.

As análises do parâmetro biológico de coliformes termotolerantes nas três campanhas realizadas, apresentaram valores elevados estando em desacordo com a Resolução CONAMA nº.357/05 para águas doces de classe 2. Os valores encontrados demonstram que existe contaminação por esgotos domésticos, além disso, as análises permitiram inferir um padrão de concentração similar nas três campanhas, podendo concluir que os lançamentos de esgotos no leito do rio são de forma constante (SANTOS *et al.*,2010).

Com relação ao parâmetro oxigênio dissolvido (OD), com exceção de dois (CAM01 e CAM08) dos onze pontos avaliados, todos os outros pontos estiveram abaixo do padrão estabelecido pela Resolução. Esta situação se caracteriza pelo consumo de oxigênio pelas bactérias para degradar quantidade de esgoto lançado no rio. Foi observado também, que no período chuvoso a concentração de OD do rio era maior, o que já era esperado porque a água da chuva que contem oxigênio é lançada no rio, elevando os teores de OD. Dos pontos analisados somente dois (CAM01 e CAM08) apresentavam teores de OD dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº357/2005.

As concentrações de OD eram baixas e as da Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO elevadas, porque com o lançamento do esgoto rico em matéria orgânica, há um consumo do OD pelas bactérias aeróbias, que realizam a oxidação da matéria orgânica transformando-a em uma forma inorgânica estável.

O nitrogênio é um macronutriente que pode ser encontrado na água nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. De acordo com CETESB (2009), uma amostra de água de um rio poluído que apresentar teores elevados de nitrogênio amoniacal, demonstra que o foco de poluição, podendo ser despejos de esgoto, se encontra próximo, visto que ainda na zona de degradação (que ocorre logo após o lançamento do esgoto) se inicia a conversão de grande parte dos compostos nitrogenados em amônia (von SPERLING, 2005). Este nutriente em conjunto com outros nutrientes, como o fósforo, pode tornar a água eutrofizada. Os teores de Nitrogênio Total e Fósforo total encontrados nas análises foram maiores na campanha de período chuvoso do que nas de período seco, na maioria dos pontos analisados. Nos pontos de coleta CAM01, CAM04, CAM08 E CAM09 as concentrações de Nitrogênio Total, foram maiores na campanha de período de chuva e no período seco apenas dois pontos, CAM06 e CAM08 apresentaram concentrações maiores (SANTOS *et al.*, 2010).

Os teores de Fósforo Total foram maiores nos pontos CAM1, CAM2, CAM3, CAM4, CAM11, CAM10, CAM5, CAM6 e CAM7 em todas as campanhas, demonstrando que nesses trechos ocorrem maior despejo de esgoto sanitário, em comparação com os pontos que tiveram teores de

fósforo menor, CAM8 e CAM9, localizados próximo à atual foz, bairros da Pituba e Costa Azul. Avaliando a qualidade da água pelo Índice de Qualidade da Água - IQA, que surge como uma alternativa que incorpora as características dos parâmetros avaliados em um único índice (BRAGA et al., 2005), de acordo com o da CETESB, o rio apresentou qualidade ruim ou péssimo, e apenas em dois pontos (CAM02 e CAM4) houve uma variação entre o período seco e chuvoso (**Quadro 5.2**).

Quadro 5.2 - Classificação da Qualidade da água do rio Camarajipe, segundo o QA da CETESB.

ÓTIMO	BOM	REGULAR	RUIM	PÉSSIMO
$79 < IQA \leq 100$	$51 < IQA \leq 79$	$36 < IQA \leq 51$	$19 < IQA \leq 36$	$IQA \leq 19$

PONTO	CLASSIFICAÇÃO DO IQA	
	Campanha período seco	Campanha período chuvoso
CAM1	RUIM	RUIM
CAM2	PÉSSIMO	RUIM
CAM3	PÉSSIMO	PÉSSIMO
CAM4	PÉSSIMO	RUIM
CAM5	PÉSSIMO	RUIM
CAM6	RUIM	RUIM
CAM7	RUIM	RUIM
CAM8	RUIM	RUIM
CAM9	RUIM	RUIM
CAM10	PÉSSIMO	PÉSSIMO
CAM11	RUIM	RUIM

Obs: CAM - indica Camarajipe e as numerações de 1 a 11 indicam o número do ponto.

As análises de qualidade da água realizadas no ano de 2014 pelo INEMA, não se distanciaram da situação representada por Santos *et al.* (2010), conforme se verá no **Quadro 5.4**, adiante.

Pode-se observar que dos nove parâmetros utilizados, apenas quatro, pH, Sólidos dissolvidos totais, Nitrogênio nitrato e Clorofila a, apresentou as concentrações em todos os pontos dentro dos limites estabelecidos na Resolução CONAMA nº357/2005. O ponto CA07 apresentou turbidez acima do limite estabelecido. Esta turbidez elevada é causada por sólidos em suspensão, fator observado no rio, diminuindo assim a transparência da água, como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e orgânicos, tais como algas, bactérias e plâncton. Segundo BRAGA *et al.* (2005) o teor elevado de turbidez reduz as taxas de fotossíntese, além de prejudicar a procura dos alimentos por algumas espécies e assim causar o desequilíbrio na cadeia alimentar (**Quadro 5.3**).

Quadro 5.3 - Resultados dos parâmetros estabelecidos na Resolução CONAMA n.º.357/05.

PARÂMETROS	Padrões da Resolução CONAMA n.º. 357/05	UNIDADE	CA01	CA02	CA03	CA04	CA07	CA08
	Águas doces – Classe 2							
pH-campo	6,0 a 9,0	-	6,76	6,91	7,08	7,1	7,01	7,22
Turbidez	≤ 100,0	NTU	19,18	71,41	67,26	66,88	230,8	54,4
Sólidos dissolvidos totais	≤ 500	mg/L	184	326	352	338	290	392
Oxigênio dissolvido- campo	≥ 5,0	mg OD/L	1,99	0,57	0,16	3,53	0,28	1,78
DBO	≤ 5,0	mg DBO/L	<2	26	44	47	26	16
Nitrogênio Amoniacal	≤ 3,7 para pH ≤ 7,5 ≤ 2 para 7,5 < pH ≤ 8 ≤ 1 para 8 < pH ≤ 8,5 ≤ 0,5 para pH > 8,5	mg N-NH ₃ /L	6,6	16,4	21,4	21,4	19,7	28
Nitrogênio nitrato	≤ 10	mg N-NO ₃ /L	<0,1	0,1	0,2	0,2	<0,1	<0,1
Fósforo Total	≤ 0,1 (Lótico)	mg P/L	0,17	1,98	2,66	1,79	0,28	1,84
Clorofila a	≤ 30,0	µg/L	5,76	2,9	2,18	8,03	<0,40	2,65

Obs: CA - indica Camarajipe e as numerações indicam o número do ponto.

Fonte: Adaptada do INEMA, 2015.

O parâmetro oxigênio dissolvido, que foi analisado em campo, foi encontrado teores bem abaixo do estabelecido na Resolução CONAMA n.º357/2005 em todas as amostras. Estes valores demonstram que existe grande teor de matéria orgânica na água, fato ligado ao despejo de esgoto, pois cargas elevadas de resíduos orgânicos quando presentes na água serão decompostos por microrganismos e estes utilizarão o oxigênio para a respiração, diminuindo assim o teor do oxigênio dissolvido na água. Foi observado nas análises das amostras um teor elevado de DBO na maioria dos pontos coletados, exceto o ponto CA01, podendo ser explicado pelo despejo de esgoto, elevando assim a carga de matéria orgânica na água, ocasionando o desaparecimento de peixes e de outros seres aquáticos.

Assim, como nos teores de DBO, o parâmetro Nitrogênio amoniacal também foi encontrando em elevados teores em todos os pontos das amostras coletadas. Os teores de fósforo encontrados também foram superiores ao estabelecido na Resolução CONAMA n.º357/2005. Este nutriente está presente nas águas devido, principalmente, ao despejo de águas residuárias. O uso de detergentes nas atividades domésticas, é um fator que contribui para o aumento da quantidade de fósforo no esgoto, assim como, a presença deste na matéria orgânica fecal (CETESB, 2009; MOTA e von SPERLING, 2009).

Calculando o IQA, observou-se que em todos os pontos o rio apresentou qualidade ruim ou péssima (**Quadro 5.4**).

Quadro 5.4 - Resultados do IQA nos pontos do rio Camarajipe, analisados pelo INEMA no ano de 2014.

ÓTIMO	BOM	REGULAR	RUIM	PÉSSIMO
$79 < IQA \leq 100$	$51 < IQA \leq 79$	$36 < IQA \leq 51$	$19 < IQA \leq 36$	$IQA \leq 19$

PONTO	VALOR DO IQA	CLASSIFICAÇÃO DO IQA
CA01	35	RUIM
CA02	17	PÉSSIMO
CA03	14	PÉSSIMO
CA04	21	RUIM
CA07	17	PÉSSIMO
CA08	23	RUIM

Obs: CA - indica Camarajipe e as numerações indicam o número do ponto.

Fonte: INEMA, 2015.

Avaliando a qualidade da água do rio quanto ao seu estado trófico utilizando o Índice de Estado Trófico (IET), observou-se que variava de mesotrófico a hipertrófico (**Quadro 5.5**). Nos pontos CA02, CA03 E CA08 a qualidade da água foi classificada como supereutrófico, sendo este característico de águas de alta produtividade em relação às condições naturais e com baixa transparência; no ponto CA01 como mesotrófico, indicando produtividade intermediária; e no ponto CA07 como eutrófico, este é característico de águas com alto teor de nutrientes, impossibilitando diversos usos.

O ponto mais crítico do rio foi o CA04, localizado no bairro Arraial do Retiro, característico de uma ocupação irregular onde não existe infraestrutura urbana. Esse ponto apresentava um grau elevado de trófia, sendo classificado como hipereutrófico, estado no qual a qualidade da água está afetada pelas excessivas cargas de matéria orgânica e nutrientes, causando florações de algas.

Quadro 5.5 - Resultados do IET.

Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Supereutrófico	Hipereutrófico
IET≤47	47 <IET≤52	52<IET≤59	59<IET≤63	63<IET≤67	IET>67

PONTO	VALOR DO IET	CLASSIFICAÇÃO DO IET
CA01	62,93	EUTRÓFICO
CA02	66,34	SUPEREUTRÓFICO
CA03	65,87	SUPEREUTRÓFICO
CA04	70,49	HIPEREUTRÓFICO
CA07	52,69	MESOTRÓFICO
CA08	65,76	SUPEREUTRÓFICO

Obs: CA - indica Camarajipe e as numerações indicam o número do ponto.

Fonte: INEMA, 2015.

A eutrofização é um processo ocasionado pelo enriquecimento das águas por nutrientes fundamentais ao crescimento da vida vegetal aquática. A eutrofização ocorre de forma natural, sendo a transformação de um ecossistema lacustre em um ecossistema terrestre (BRAGA *et al.*, 2005). Com uma quantidade excessiva de nutrientes, principalmente o fósforo e o nitrogênio, presentes no rio em decorrência do lançamento de esgotos domésticos, a eutrofização acontece, em consequência há uma proliferação de macrófitas. O rio em condições equilibradas deve apresentar um nível de trófia oligotrófico, sendo característico de corpos d'água limpos, de produtividade baixa, onde não ocorrem interferências no uso da água (ANA, 2016).

Nesse contexto, pode-se concluir que a maioria das amostras de água no rio Camarajipe, exceto a amostra CA07, estão com alta produtividade de nutrientes, em função do lançamento contínuo de esgoto doméstico no rio, devido a ausência de um sistema de coleta e tratamento de esgotos que abranja toda a cidade, principalmente as áreas ocupadas por favelas, onde se concentra a maior parte da população.

Com relação a contaminação por microrganismos patogênicos, as análises de coliformes termotolerantes indicam um grau elevado de contaminação. As concentrações variaram de $1,3 \times 10^5$ a $2,1 \times 10^9$ (**Quadro 5.6**). Portanto, concentrações semelhantes às de esgotos domésticos brutos ou tratados por sistemas que não são projetados para desinfecção. Novamente caracterizando o lançamento contínuo dos esgotos domésticos sem tratamento no rio.

Quadro 5.6 - Resultados de Coliformes termotolerantes.

Ponto	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)
CA01	$1,3 \times 10^5$
CA02	$9,2 \times 10^8$
CA03	$2,1 \times 10^9$
CA04	$1,5 \times 10^7$
CA07	$3,8 \times 10^9$
CA08	$3,2 \times 10^9$

Fonte: Adaptado do INEMA, 2015.

Em todos os pontos foram observadas altas concentrações de coliformes fecais (termotolerantes), de acordo com a Resolução CONAMA n°.274/2000. As águas são consideradas impróprias quando dentre outros fatores, o valor obtido na amostragem for superior a 2500 coliformes fecais (termotolerantes) por 100 mililitros.

5.4. MEDIDAS PARA RECUPERAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

Nos exemplos de recuperação da qualidade da água e assim, a revitalização, em países onde foi possível observar resultados positivos, foi realizado um investimento na ampliação da cobertura de coleta e tratamento de esgoto, ao longo da bacia do rio, sendo esta totalmente ou parcialmente urbana.

Costa *et al.* (2012) destaca que os planos de urbanização e regularização fundiária devem estar sempre ligados aos planos de saneamento e aos projetos do sistema de esgotamento sanitário. O mesmo autor salienta que as soluções de esgotamento sanitário devem considerar as distinções de cada realidade, ou seja, não é possível utilizar o mesmo tipo de sistema de esgotamento de uma área da cidade urbanizada, em uma outra área totalmente informal.

Além do esgotamento sanitário, para existir uma melhora na situação de degradação, a gestão das águas urbanas deve ser conduzida dentro de um enfoque mais atual, com uma visão/planejamento integrado dos setores essenciais relacionados com a água no meio urbano (**Figura 5.41**).

Figura 5.41 - Visão integrada do planejamento dos aspectos das águas no ambiente urbano.



Fonte: Tucci (2002).

Assim, para a revitalização do rio Camarajipe serão necessárias medidas integradas para promover a melhoria das condições de saneamento da cidade. Logo, será necessário rever os sistemas de gerenciamento: dos resíduos sólidos, dos esgotos sanitários e da drenagem urbana de forma a atingir a universalização desses serviços com base no princípio da equidade. Paralelamente a isso, é importante identificar as lideranças locais e iniciar junto a representantes de universidades, Ministério Público e de órgãos municipais, estaduais e federais que atuam no setor para realizar um grande programa de educação ambiental visando

conscientizar a população da importância do rio e da sua revitalização para melhoria das condições ambientais e conseqüentemente da qualidade de vida da população.

▪ **Gerenciamento de resíduos sólidos**

Os resíduos sólidos representam uma preocupação ambiental mundial, especialmente em centros urbanos. Os resíduos quando coletados e tratados inadequadamente, provocam efeitos diretos e indiretos na saúde da população e contribuem para degradação ambiental. Isto porque os resíduos são matérias e substâncias que, depois de utilizados, se não tiverem destinações finais adequadas podem pôr em risco as atividades que venham a ser desenvolvidas onde forem dispensados.

Um sistema ineficiente de gerenciamento de resíduos sólidos tem como conseqüências: a incidência de doenças pela atração de roedores, mosquitos e insetos; a poluição do solo, do ar e da água; entupimento das redes de drenagem; enchentes e a depreciação imobiliária. No ambiente urbano, esses aspectos se potencializam, pois, a quantidade de resíduo gerado é muito maior, desta forma é necessário gerenciamento adequado dos resíduos, iniciando pelo serviço de coleta dos resíduos e varrição das ruas, pois embora a Empresa de Limpeza Urbana de Salvador (LIMPURB) cubra uma grande área da cidade com o serviço de coleta em horários pré-estabelecidos, uma quantidade significativa dos resíduos sólidos ainda fica sem coletar, principalmente nas áreas de difícil acesso, onde a coleta é dificultada, como é o caso da bacia do rio Camarajipe. Em algumas dessas áreas já existem sistemas alternativos instalados (lixoduto e coleta porta a porta em big-bags pelos garis) que nem sempre funcionam e precisam então de uma readequação.

▪ **Esgotamento sanitário**

Estudar as tecnologias apropriadas para a coleta e o tratamento de esgotos nas cidades informais (encostas) e nas áreas ribeirinhas. Pode-se fazer um levantamento da área do entorno e verificar se existe alguma onde possa ser construída uma Estação de Tratamento de Esgotos (ETE), para tratar os esgotos dessa área. Não sendo possível tratar em locais próximo, procurar construir uma Estação Elevatória para receber os esgotos da área, a qual fará o recalque dos esgotos para a Estação de condicionamento prévio para que estes sejam encaminhados ao emissário submarino.

No Rio de Janeiro-RJ, pesquisadores da PUC-Rio, no ano de 2015, construíram com a comunidade local, no Vale Encanto, situado na Floresta da Tijuca, um biossistema de tratamento de esgoto. Esse sistema trata o esgoto em duas etapas, primeiramente em um

tanque anaeróbico, onde as bactérias vão digerir a matéria orgânica, produzindo biogás, que será aproveitado para produzir energia ou para cozinhar. A segunda etapa é a utilização de plantas com raízes longas, os *wetlands*, através do sistema radicular consegue melhorar a qualidade da água (RIOONWATCH, 2015).

O sistema *wetlands* construídos é uma tecnologia de tratamento de esgoto que são compostas por meio suporte (substrato), plantas e microrganismos e podem ser utilizadas como tratamento e pós-tratamento, tendo como principais vantagens, um baixo custo de implantação e operação, produção de biomassa, fácil manutenção, ausência de mau cheiro, a não utilização de produtos químicos e equipamentos mecânicos, além da alta eficiência de melhoria de parâmetros, como nitrogênio, fósforo, coliformes termotolerantes e matéria orgânica (SALATI *et al.*, 2009). Este sistema pode ser utilizado tanto para tratamento dos esgotos como para a recuperação da qualidade das águas do rio Camarajipe.

Após a Companhia de Saneamento do Estado da Bahia – EMBASA estabelecer as soluções para a coleta e o tratamento dos esgotos, o governo do Estado deverá, por meio de decreto, impedir o lançamento de esgotos no rio Camarajipe.

▪ **Drenagem urbana**

Outro aspecto do saneamento básico, que interfere na qualidade dos rios urbanos, é a poluição difusa proveniente das águas de escoamento superficial.

Como consequência do desenvolvimento urbano houve, entre outros aspectos, o desmatamento da vegetação, dando lugar a áreas cada vez mais impermeabilizadas, causando alterações nas condições naturais de infiltração, diminuindo o atrito da água com o solo e assim, aumento da velocidade do escoamento. Outro fator que deve ser levado em consideração é a construção realizada pela população em áreas de ocupação ilegal, como áreas de proteção ambiental que são geralmente áreas de risco, por inundações, desabamentos ou deslizamentos de terra (KOBAYASHI *et al.*, 2008). Ainda segundo o mesmo autor, os rios urbanos são canalizados e retificados para solucionar problemas de enchentes, porém, só estão transferindo o problema para jusante.

Para minimizar tais problemas, pode-se recorrer as tecnologias ou sistemas de drenagem sustentável como:

- Armazenamento ou disposição local (NA FONTE), através de reservatório, quando existir área disponível nos terrenos;
- Retardamento do escoamento, através de Telhados Verdes;

- Pavimentos permeáveis, sendo possível a redução do deflúvio superficial direto e a recarga do lençol freático;
- Valas de infiltração, poços de infiltração, trincheiras e bacia de percolação (dispositivos de controle na fonte, que permitem reduzir o escoamento pluvial, ampliando a absorção pelo solo da água de chuva).

Além das medidas estruturais supracitadas, é possível incentivar a drenagem urbana sustentável com medidas não estruturais, formadas por soluções indiretas, como o controle do ordenamento e uso do solo ou na diminuição da vulnerabilidade dos ocupantes das áreas de risco, onde envolve aspectos de natureza cultural, participação da comunidade e vontade política (KOBAYASHI *et al.*, 2008).

Na bacia do rio Camarajipe podem ser empregadas várias técnicas de drenagem sustentável, que minimize o escoamento das águas pluviais e que ocorra o reabastecimento do lençol freático, como por exemplo, a utilização de pavimentos porosa nas margens do rio, bem como um revestimento permeável para canais, rearborização em torno do rio, criação de áreas de lazer inundáveis (praças, jardins), dragagem e limpeza recorrente das galerias de águas pluviais.

Além disso, é necessário fazer a recuperação do rio desde a nascente até a sua foz. Nas partes que não foram canalizadas, onde a comunidade ocupou as suas margens, deve-se realizar a desapropriação da área, fazer o replantio da vegetação ao longo do rio e remover os sedimentos que ali foram depositados. Nas partes que foram canalizadas, remover as tampas da parte coberta e a limpeza necessária; remover a vegetação dos taludes dos canais abertos e fazer os reparos dos mesmos, podendo até substituir as placas de concreto por vegetação apropriada. Associado a isso deverá ser realizada a varrição das sarjetas e simultaneamente a esta, fazer a limpeza das galerias de águas pluviais removendo os sedimentos e os resíduos sólidos que ali foram depositados. As limpezas das galerias devem ser realizadas pela equipe da varrição do serviço de Limpeza Urbana, em frequência pré-estabelecida, independente da estação do ano.

6. CONCLUSÃO

Por meio da revisão bibliográfica foi possível descobrir que o rio Camarajipe já foi utilizado no século XIX até meados do século XX, para abastecimento público de água, através de represamentos, que foram uma das primeiras alterações no rio. Porém, como o crescimento populacional, juntamente com a ausência de infraestrutura e políticas públicas necessárias, o rio começou a ser degradado no ano de 1924 e hoje, passou a ser canal de esgoto correndo a céu aberto. Isso tem atraído grande quantidade de mosquitos, moscas e vetores transmissores de doenças.

Outra modificação que ocorreu foi a transferência da foz do rio, devido a elevadas ocorrências de inundações na região do bairro Rio Vermelho. Com isso o rio foi desviado e canalizado passando a sua foz para o bairro Costa Azul. Esta intervenção na época que foi realizado, na década de 70, foi aceita, porém hoje não se acredita mais nesse modelo de intervenção, pois obras como estas apenas transferem os pontos de inundações de um lugar para o outro, mais a jusante, não solucionando o problema. Na época da construção foi utilizado para revestimento do canal, material impermeável. Para evitar as inundações o canal poderia não ser revestido e associado a isso, para as soluções de drenagem urbana, poderiam ser utilizadas técnicas sustentáveis.

Por meio do estudo de caso, com a utilização de um diagnóstico *in loco*, percebeu-se que os fatores diretos que causam a degradação da qualidade do rio Camarajipe, estão dentro das cidades informais, que integram Salvador. A bacia do rio é uma das maiores da cidade e esta apresenta uma característica de população de baixa renda, moradores de bairros sem infraestrutura urbana e ordenamento do uso do solo, onde são obrigados a viver e ocupar áreas inapropriadas, acarretando a degradação do rio, com lançamentos de esgoto bruto e resíduos sólidos no rio, além de impermeabilizar áreas e aterrar nascentes.

O Brasil ainda se encontra na fase higienista, pois como a maioria das cidades brasileiras não possuem serviços de saneamento básico adequados, vários estados não coletam e não tratam seus esgotos, os sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos e de drenagem urbana são ineficientes. Na cidade de Salvador, essa situação não é diferente e isso tem contribuído para a degradação constante do rio Camarajipe.

Notou-se também que a ausência do uso das legislações que versam sobre o planejamento da ocupação e uso do solo contribuiu para a degradação do rio, pois o município não utilizou

devidamente as normas estabelecidas nas leis para promover o uso e ocupação do solo da cidade e isso causou um grave problema. Com a falta da aplicação das leis, e a especulação imobiliária, a população mais carente foi invadindo as áreas de encostas e margens do rio. Isso provocou a paulatina degradação do rio Camarajipe. Como as casas não obedecem às distâncias corretas para que sejam implantadas as infraestruturas de saneamento, os órgãos competentes não tiveram como construir os sistemas de saneamento adequados nessas localidades, além do esquecimento dos gestores públicos com esta parcela da população, e assim os moradores foram improvisando como podiam.

Nos trechos visitados do rio Camarajipe, foi observado uma maior quantidade de resíduos nas áreas periféricas e nos trechos de grande circulação de pessoas. Nos bairros periféricos não foi observado lixeiras ao longo das ruas, apenas *containeres* em algumas ruas, assim como, nas áreas de grande circulação de pessoas, onde nas passarelas e estações não existem muitas lixeiras e as que existem estão quebradas. Além desses aspectos, existe a falta de consciência e educação da população, que descarta os resíduos de forma inapropriada, necessitando um trabalho de educação ambiental com a população.

É preciso repensar as técnicas inapropriadas que o poder público insiste em utilizar, obras ultrapassadas, que visam apenas distanciar o problema ou esconder de uma parte da população, além de priorizar os serviços de infraestrutura nos locais nobres e de maior valor imobiliário, que ainda assim carecem, em alguns locais, de sistema de coleta e tratamento dos esgotos. É possível se espelhar em cidades, onde foi modificado o pensamento e assim pondo em prática soluções alternativas e sustentáveis, revitalizando e melhorando a qualidade da água dos seus rios urbanos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, J. A. C. **Renaturalização e Revitalização de Rios Urbanos : Uma abordagem sistêmica.** Dissertação de Mestrado em Gestão Urbana, Pontífica Universidade Católica do Paraná. Curitiba, 2011.

ALMEIDA, L. Q. DE; CORRÊA, D. B. **Dimensões da negação dos rios urbanos nas metrópoles brasileiras : o caso da ocupação da rede de drenagem da planície do Recife , Brasil.** DIMENSIONS OF DENIAL OF URBAN RIVERS IN BRAZILIAN CITIES : the case of occupation of the drainage network of the plain. Geo UERJ, v. 1, p. 114–135, 2012. Disponível em: <www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj>. Acesso em: outubro de 2015.

ANA. Agência Nacional De Águas. **Indicadores de qualidade – índice do estado trófico (iet).** 2009. Disponível em: http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-estado-trofico.aspx#_ftn1. Acesso em: janeiro de 2016.

APAC. Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Rio Capibaribe.** 2015. Disponível em:<http://www.apac.pe.gov.br/pagina.php?page_id=5&subpage_id=14>. Acesso em: outubro de 2015.

BARBOSA, C.; CARVALHO, P.F.de. **Zoneamento urbano-ambiental: possibilidades e compatibilização entre análise geomorfológica e padrões de ocupação urbanos para a construção de cidades sustentáveis.** VI Seminário Latino Americano de Geografia Física, II Seminário Ibero Americano de Geografia Física. Universidade de Coimbra. Coimbra, 2010.

BOLLMANN, H.A.; MARQUES, D.M.L. da M. **Influência da densidade populacional nas relações entre matéria orgânica carbonácea, nitrogênio e fósforo em rios urbanos situados em áreas com baixa cobertura sanitária.** Revista Eng. Sanitária Ambiental. Vol.11 no.4 Rio de Janeiro, 2006. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522006000400007&script=sci_arttext>. Acesso em: setembro de 2015.

BORJA, P.C. **Cadernos PPG-AU/UFBA.** v. 8, n. 2: Documentação do Patrimônio Arquitetônico. Salvador, 2009.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; et al. **Introdução á Engenharia Ambiental.** 2ª ed. Person Prentice Hall. São Paulo, 2005.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>. Acesso em: dezembro de 2015.

BRASIL. **Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007.** Que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm>. Acesso em: setembro de 2015.

BRASIL. **Lei nº10257, de 10 de julho de 2001.** Regulamenta os Arts.182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providencias. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm>. Acesso em: dezembro de 2015.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. **Lei nº12305, de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a lei nº9605, de 12 de fevereiro de 1998; e da outras providencias. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: dezembro de 2015.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº274 de 29 de novembro 2000.** Revoga os artigos 26 a 34 da Resolução no 20/86 (revogada pela Resolução no 357/05) Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=272>. Acesso em: janeiro de 2016.

BRASIL. **Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979.** Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAtDcAA/lei-6766-79-parcelamento-solo>>. Acesso em: janeiro de 2016.

BRITTO, A.L. **Morar Carioca: infraestrutura: água e esgoto.** Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.iabrij.org.br/morar Carioca/wp-content/uploads/2011/07/IAB_Morar_Carioca_infraestrutura-ana-lucia-britto.pdf>. Acesso em: janeiro de 2016.

CALLADO, N. H.; NEVES, M. G. F. P. **Gestão das Águas Urbanas.** 2005. 158 f. Curso. (Curso de Aperfeiçoamento em Gestão de Recursos Hídricos). 2005.

CASTEROT, B. **Rio Sena: Paris, França.** Iº Seminário Internacional sobre Revitalização de Rios, p.121, 2008. In. Revitalização de Rios no Mundo: América, Europa e Ásia / Org.: Antônio Thomáz Gonzaga da Matta Machado, Apolo Heringer Lisboa, Carlos Bernardo Mascarenhas Alves, Danielle Alves Lopes, Eugênio Marcos Andrade Goulart, Fernando Antônio Leite, Marcus Vinícius Polignano. Belo Horizonte, 2010.

CERQUEIRA, E.C; MORAES, L.R.S. **Indicadores de sustentabilidade como instrumentos de gestão de rios urbanos: uma proposta teórica.** 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Recife, 2009.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo, 2014.** Série Relatórios / CETESB, ISSN 0103-4103. São Paulo, 2015.

CETESB. Companhia Ambiental Do Estado De São Paulo. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo, 2009.** Serie relatórios. Apêndice a: significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/variaveis.pdf>>. Acesso em: janeiro de 2016.

CONNOLLY, J.F.; **Rio Anacostia: Whashington, DC, Estados Unidos.** Iº Seminário Internacional sobre Revitalização de Rios, p.97, 2008. In. Revitalização de Rios no Mundo: América, Europa e Ásia / Org.: Antônio Thomáz Gonzaga da Matta Machado, Apolo Heringer Lisboa, Carlos Bernardo Mascarenhas Alves, Danielle Alves Lopes, Eugênio Marcos Andrade Goulart, Fernando Antônio Leite, Marcus Vinícius Polignano. Belo Horizonte, 2010.

COSTA, A.A.I; PARENT-POTHIER, S; NASCIMENTO, M.B; BRITTO, A.L.N.de PAIVA. **Revitalização urbana e ambiental de rios urbanos na Região Metropolitana do Rio de Janeiro: o caso do rio Dona Eugênia em Mesquita.** Seminário Nacional sobre áreas de

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Preservação Permanente em Meio Urbano: Abordagens, Conflitos e Perspectivas nas Cidades Brasileiras. Natal, 2012.
- CPRH. Agência Estadual de Meio Ambiente. **Monitoramento das Bacias - Capibaribe**. 2008. Disponível em: <<http://www.cprh.pe.gov.br>>. Acesso em: outubro de 2015.
- CPRH. Agência Estadual de Meio Ambiente. **Monitoramento das Bacias**. 2015. Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.br/Controle_Ambiental/monitoramento/qualidade_da_agua/bacias_hidrograficas/resultados_monitoramento_bacias/bacia_do_rio_capibaribe/41787%3B63670%3B480301020313%3B0%3B0.asp>. Acesso em: outubro de 2015.
- DEP. Departamento de Esgotos Pluviais. **O Arroio Dilúvio**. 2015. Disponível em: <<file:///C:/Users/Poliana%20Brand%20E3o/Desktop/TCC%201/Rio%20capibaribe/DEP.html>>. Acesso em: outubro de 2015.
- DMAE. Departamento Municipal de Água e Esgotos. **Relatório Anual da Qualidade da água, 2014**. Responsável legal: Antonio Elisando de Oliveira. Porto Alegre, 2015. Disponível em: <http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dmae/usu_doc/relatorio_anual_qualidade_agua_2014.pdf>. Acesso em: janeiro de 2016.
- EMBASA: Empresa Baiana de Águas e Saneamento. **Livro das Águas: A história do abastecimento de água em Salvador**. Salvador, 2002.
- ESTADÃO. **6 Experiências de revitalização de rios pelo mundo**. 2015. Disponível em: <<http://fotos.estadao.com.br/galerias/sustentabilidade,6-experiencias-de-revitalizacao-de-rios-pelo-mundo,22628?startSlide=0&f=0>>. Acesso em: dezembro de 2015.
- FERNANDES, E. **Preservação Ambiental Ou Moradia? Um falso conflito**. In: Direito Urbanístico: Estudos Brasileiros e Internacionais. 362p, ISBN 85-7308-8087. Belo Horizonte, 2006.
- FERREIRA, J.A.; ANJOS, L.A. **Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais, 2001**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 17(3):689-696, mai-jun. Disponível em: <<http://www.scielo.org/pdf/csp/v17n3/4651.pdf>>. Acesso em: outubro de 2015.
- FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila
- GANHITO, R.; SPLIATTI, S. **Tietê: o rio de São Paulo**. Ed. Abooks. São Paulo. 123 p. São Paulo, 2003.
- GONDIM, L.M.de P. **Habitação e meio ambiente em disputa: estudo de caso de um conflito socioambiental em Fortaleza - CE**. Seminário Nacional sobre Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano: Abordagens, Conflitos e Perspectivas nas Cidades Brasileiras. Natal, 2012.
- GORSKI, M.C.B.; **Rios e Cidades: Ruptura e Conciliação**. Editora SENAC. São Paulo, 2010.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sinopse do Censo Demográfico 2010**. População nos Censos Demográficos, segundo as Grandes Regiões, as Unidades da Federação e a situação do domicílio - 1960/2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=8>>. Acesso em: abril de 2015.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Vocabulário básico de recursos naturais e meio ambiente**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/vocabulario.pdf>>. Acesso em: novembro de 2015.

IGAM. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Identificação de municípios com condição crítica para a qualidade de água na bacia do rio das Velhas**. Belo Horizonte, 2013.

TRATA BRASIL. Instituto Trata Brasil. **Ranking do Saneamento**. 2014. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento>>. Acesso em: dezembro de 2015.

TRATA BRASIL. Instituto Trata Brasil. **Saneamento ainda é precário no Recife**. 2015. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-ainda-e-precario-no-recife>>. Acesso em: outubro de 2015.

JORGE, J. **Tietê, o rio que a cidade perdeu: São Paulo, 1890-1940**. Alameda Casa Editorial. 232 p. São Paulo, 2006.

KOBAYASHI, F.Y; FAGGION, F.H.M; BOSCO, L.M.Del; CHIRINEA, M.L.B. **Drenagem Urbana Sustentável**. PHD 2537- Água em Ambientes Urbanos. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

MACHADO, A.T.da M. **A construção de um programa de revitalização na bacia do Rio São Francisco**. Estudos Avançados, v. 22, n. 63, p. 195-210, 2008.

MACHADO, C. B. **Por aqui passa um rio?: O processo de degradação dos cursos d'água da cidade de Salvador e seus Planos de Saneamento**. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação) em Urbanismo, Universidade Estadual da Bahia. Salvador, 2013.

MARICATO, E. **As ideias fora do lugar e o lugar fora das ideias**. In: A cidade do Pensamento único: desmanchando consensos. Editora Vozes, p.121-192. Petrópolis, 2000.

MARTINS, M.L.R. **Moradia e Mananciais: tensão e diálogo na metrópole**. FAUUSP/FAPESP. São Paulo, 2006.

MATOS, V.V.L.de. **Valoração de Recursos ambientais: Possibilidades para o Arroio Dilúvio em Porto Alegre**. Trabalho de conclusão de curso. Graduação em Ciências Econômicas. Faculdade de Ciências Econômicas, UFRGS. Porto Alegre, 2014.

MIRANDA, R.B. de; SCARPINELLA, G. D'A.; GOUVEA, T.H.; MAUAD, F.F. **Rio Tiete: Iniciativas Governamentais para Revitalização do Trecho urbano no município de São Paulo (SP)**. XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Maceió, 2011.

MORAES, L. R. S.; BORJA, P. C. **Revisitando o conceito de Saneamento Básico no Brasil e em Portugal**. [2007-2012]. Disponível em: <<http://www.saneamentobasico.com.br/portal/wpcontent/uploads/2013/02/REVISITANDO-O-CONCEITO-DE-SANEAMENTO-BASICO-NO-BRASIL-E-EM-PORTUGAL.pdf>>. Acesso em: outubro de 2015.

MORAES, L.R.S. **Política de saneamento em Salvador é caótica**. Agência de Notícias em C&T. 2012. Disponível em: <<http://www.cienciaecultura.ufba.br/agenciadenoticias/noticias/a-politica-de-saneamento-basico-em-salvador-e-caotica-afirma-pesquisador-2/>>. Acesso em: novembro de 2015.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MORAES, L.R.S; ALVARES, M.L.P; SANTOS, F.P. dos; COSTA, N.C. de A. **Saneamento e Qualidade das Águas dos rios em Salvador, 2007-2009**. Revista Interdisciplinar de Gestão Social. V.1 n.1 p.47-60. Jan./abr. 2012.

MORAES, R.L.S.; BORJA, P. C.; TOSTA, C. S.; SANTOS, R. F. dos; SOUZA, R. L. S. de; QUEIROZ, R. D. B. de; KRUSCHEWSKY, L. M.; SAAD, R. S. **Avaliação das Ações de Saneamento ambiental na baixa do Camarajipe e seu impacto na saúde da população**. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Salvador, 2000. Disponível em: http://www.infohab.org.br/entac2014/2000/Artigos/ENTAC2000_429.pdf. Acesso em: novembro de 2015.

MOREIRA, T.A; NETO, P.N. **Política nacional de resíduos sólidos – reflexões acerca do novo marco regulatório nacional, 2010**. Revista Brasileira de Ciências Ambientais – Número 15 –ISSN Impresso 1808-4524 / ISSN Eletrônico: 2176-9478.

MOTA, S.B; VON SPERLING, M. **Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção**. Francisco Suetônio Bastos Mota e Marcos von Sperling (coordenadores). Projeto PROSAB ISBN: 978-85-7022-164. Rio de Janeiro, 2009.

NÓBREGA, A.S. de C. **Fonte de Contaminação no Estuário do Capibaribe, Pernambuco**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2011.

NOH, S.H.; **Rio Cheonggyecheon: Seul, Coreia do Sul**. II Seminário Internacional de Revitalização de Rios, p .291, 2010. In. Revitalização de Rios no Mundo: América, Europa e Ásia / Org.: Antônio Thomáz Gonzaga da Matta Machado, Apolo Heringer Lisboa, Carlos Bernardo Mascarenhas Alves, Danielle Alves Lopes, Eugênio Marcos Andrade Goulart, Fernando Antônio Leite, Marcus Vinícius Polignano. Belo Horizonte, 2010.

OLIVEIRA, D.V.; SILVA, T. C. da.; ZANIN, J.G.; NACHTIGALL, G.; MEDEIROS, A.W.; FRAZZON, A.P.G.; VAN DER SAND, S.T. **Qualidade da água e identificação de bactérias Gram –negativas isoladas do arrio Dilúvio, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil**. Evidência, Joaçaba v. 12 n. 1, p. 51-62, janeiro/junho 2012.

OLIVEIRA, M.R.N. **A área do Iguatemi: o novo centro econômico da cidade do Salvador: uma análise da produção espacial de novas centralidades**. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Geografia. Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia, 2002.

POLIGNANO, M.V.; POLIGNANO, A.H.; LISBOA, A.L.; ALVES, A.T.G.M.; MACHADO, T.M.M.; PINHEIRO, A.L.D.; AMORIM, A. **Uma viagem ao projeto Manuelzão e à bacia do Rio das Velhas – Manuelzão vai à Escola**. Coleção Revitalizar. Belo Horizonte, 2001.

PRADO, G.S. **Concepção e estudo de uma unidade compacta para tratamento preliminar de esgoto sanitário composta por separador hidrodinâmico por vórtice e grade fina de fluxo tangencial**. 240p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2006.

Prefeitura Municipal De Porto Alegre; Prefeitura Municipal De Viamão; Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul; Pontifica Universidade Catolica Do Rio Grande Do Sul. **Programa de Revitalização da Bacia do Arroio Dilúvio: um futuro**. Porto Alegre, 2011.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PRODANOFF, J.H.A. **Avaliação da Poluição difusa gerada por enxurradas em meio urbano**. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. Rio de Janeiro, 2005.

REZENDE, C.S.; **Consequências das Migrações Internas nas Políticas de Saneamento no Brasil: uma avaliação crítica do PLANASA**. XIII Encontro da Associação Brasileira de Estudos Populacionais, realizado em Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil de 4 a 8 de novembro de 2002. Disponível em: < http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/pdf/2002/GT_MIG_PO51_Rezende_texto.pdf >. Acesso em: outubro de 2015.

RIOONWATCH. **Favela Sustentável Vale Encantado Inicia Construção de Biossistema de Tratamento de Esgoto**. 2015. Disponível em: < <http://rioonwatch.org.br/?p=16751> >. Acesso em: janeiro de 2016.

ROSSI, W.; BRANCO, L.C.; LACERDA, J.A.; GOMES, A.C.; WAGNER, E.M.S. **Fontes de poluição e o controle de degradação ambiental dos rios urbanos em Salvador**. Revista interdisciplinar de gestão social. Jan./abr. 2012. V.1 n.1 p.61-74. Disponível em: < http://www.rigs.ufba.br/pdfs/RIGS_v1n1_art3.pdf >. Acesso em: julho de 2015.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Comissão de Assuntos Econômicos do Senado aprova empréstimo do BID à Sabesp**. 2010. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/imprensa/Releases-Detalhes.aspx?secaoId=192&id=289>. Acesso em: outubro de 2015.

SALATI, E., SALATI, E. F., SALATI, E. **Utilização de sistemas de wetlands construídas para tratamento de águas**. Instituto Terramax LTDA. 2009.

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

SALLES, M.J. **Política nacional de saneamento: percorrendo caminhos em busca da universalização**. Tese de Doutorado - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2008.

SALVADOR. **Lei Municipal nº 8.167/2012**. Dispõe sobre a Lei de Ordenamento do Uso e da Ocupação do Solo do Município de Salvador e dá outras providências. Disponível em: < http://www.gestaopublica.salvador.ba.gov.br/leis_estruturas_organizacionais/documentos/Lei_8.167_2012.pdf >. Acesso em: janeiro de 2016.

SALVADOR. **Lei nº 7400/2008**. Dispõe sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município do Salvador – PDDU 2007 e dá outras providências.

SAMPAIO, A. H. L. **Formas Urbanas: cidade real & cidade ideal contribuição ao estudo urbanístico de Salvador**. Salvador: Quarteto Editora/ PPG/AU, Faculdade de Arquitetura da UFBA. Salvador, 1999.

SANTOS, E.; PINHO, J.A.G.de.; MORAES, L.R.S.; FISCHER, T. **O Caminho das águas em Salvador: bacias hidrográficas, bairros e fontes**. UFBA, Escola de Administração, CIAGS. Salvador, 2010.

SANTOS, R. S. et al. **As Políticas Estatais de Saneamento Básico na Bahia**. Revista Veracidade, Salvador: SEDHAM/PMS, Ano II, nº 2, Jul. 2007. Disponível em:<

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- <http://www.veracidade.salvador.ba.gov.br/v2/images/veracidade/pdf/artigo%20politicassaneamento.pdf>>. Acesso em: novembro de 2015.
- SILVA, J.P. da. **Sedimentologia, Batimetria, Qualidade da água e Vulnerabilidade do rio Capibaribe na cidade do Recife-PE**. Dissertação – Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2003.
- SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2013**. Brasília, 2015.
- SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Serviços de Água e Esgotos – 2013**. Brasília, 2014.
- TANIGUSHI, D.G. **Avaliação dos Ganhos de Escala e Escopo na Eficiência da prestação dos serviços de Saneamento básico segundo dados do SNIS**. Tese (doutorado). Faculdade de Saúde Pública da USP. São Paulo, 2013.
- TEXEIRA, C.J.; OLIVEIRA, G.S. DE; VIALI, A.MELLO; MUNIZ, S.S. **Morbimortalidade no Brasil devido a doenças relacionadas ao saneamento básico inadequado no período 2001 a 2009**. 27º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, de tema central “Saneamento, Ambiente e Sociedade: Entre a gestão, a política e a tecnologia”. Goiânia, 2013.
- TSUTIYA, M.T.; ALEM SOBRINHO, P. **Coleta e transporte de esgoto sanitário**. 2 ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica de São Paulo. São Paulo, 2000.
- TSUTIYA, M.T.; BUENO, R.C.R. **Contribuição de Águas Pluviais em Sistemas de Esgoto Sanitário no Brasil**. Água Latinoamérica. ADIS - Asociación Dominicana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. jul./ago. 2004.
- TUCCI, C. E. M. **Águas Urbanas**. Estudos Avançados, v. 22, n. 63, p. 97–112, 2008.
- TUCCI, C.E.M.; BERTONI, J.C. **Inundações Urbanas na América do Sul**. Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Porto Alegre, 2003. Disponível em: <<http://www.cepal.org/samtac/noticias/documentosdetrabajo/5/23335/InBr02803.pdf>>. Acesso em: outubro de 2015.
- TUCCI, C.E.M. **Gerenciamento da Drenagem Urbana**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 7 n.1 jan/mar 2002. Disponível em: <http://www.rhama.net/download/artigos/artigo15.pdf>. Acesso em: janeiro de 2016.
- TUCCI, C.E.M. **Gestão de águas pluviais urbanas**. In: Brasil. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília: Ministério das Cidades, 2006.
- VALE, M. H.C.do.; **Um projeto urbano com programa político municipal: a experiência do arquiteto João Filgueiras Lima em Salvador na 1ª. gestão Mário Kertész (1979-1981)**. Trabalho de Conclusão. Curso de Especialização em Engenharia Urbana. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2009.
- Von SPERLING, M. **Introdução à Qualidade das águas e ao Tratamento de esgotos**. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2005. 452p.