



**Universidade Católica do Salvador**  
**Superintendência de Pesquisa e Pós-Graduação**  
**Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental**

**RENATA SEGOVIA SOMMER**

**QUALIDADE DA ÁGUA EM SUB-BACIA HIDROGRÁFICA  
URBANA: O CASO DO RIO CAMAÇARI/BA**

**Salvador**  
**2013**

**RENATA SEGOVIA SOMMER**

**QUALIDADE DA ÁGUA EM SUB-BACIA HIDROGRÁFICA  
URBANA: O CASO DO RIO CAMAÇARI/BA**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental da Universidade Católica do Salvador, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Planejamento Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Juan Carlos Rossi Alva.

Salvador  
2013

UCSal. Sistema de Bibliotecas

S697 Sommer, Renata Segovia.  
Qualidade da água em Sub-bacia hidrográfica urbana: o caso do  
Rio Camaçari/Ba/ Renata Segovia Sommer. – Salvador, 2013.  
111 f.

Dissertação (mestrado) - Universidade Católica do Salvador.  
Superintendência de Pesquisa e Pós-Graduação. Mestrado  
Profissional em Planejamento Ambiental.  
Orientação: Prof. Dr. Juan Carlos Rossi Alva.

1. Recursos Hídricos 2. Meio Ambiente 3. Resolução CONAMA  
357/2005 – Qualidade da Água 4. Rio Camaçari – Bahia I. Título.

CDU556.5:504.06(813.8)



**Universidade Católica do Salvador**

Superintendência de Pesquisa e Pós-Graduação  
Programa de Pós-Graduação em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Social  
Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental  
Homologado pelo CNE (Portaria Nº. 73, 17/01/2007)

**TERMO DE APROVAÇÃO**

**Renata Segovia Sommer**

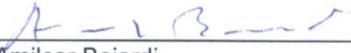
**Qualidade da Água em Sub-Bacia Hidrográfica Urbana: O caso do Rio Camaçari/BA,**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Planejamento Ambiental.

Salvador, 09 de dezembro de 2013

Banca Examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Juan Carlos Rossi Alva (orientador)  
Doutor em Bioquímica  
Universidade Católica do Salvador - UCSAL

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Amílcar Baiardi  
Doutor em Ciências Humanas - Economia  
Universidade Católica do Salvador – UCSAL

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Joel José Celino  
Doutor em Geologia Regional  
Universidade Federal da Bahia - UFBA

*“Ao meu filho Vicente Segovia Sommer...  
... com a certeza de que um mundo melhor é possível.”*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu esposo Márcio Sommer, com amor e gratidão pelo carinho e apoio incondicional ao longo do período de realização deste trabalho.

Ao querido filho Vicente, meu grande amor e principal motivo do meu empenho e dedicação.

A minha família e amigos que mesmo a distância sempre me incentivaram nas horas que mais precisei.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Juan Carlos Rossi Alva pela orientação, amizade e, sobretudo confiança no decorrer do curso e desenvolvimento da pesquisa.

Ao Prof. Dr. Joil José Celino pela ajuda com a análise estatística.

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pela concessão de bolsa de mestrado e apoio financeiro.

A equipe do Laboratório de Estudos em Meio Ambiente (LEMA) pelo apoio na realização das análises laboratoriais

Aos amigos Adriano Ramalho, Emerson dos Anjos e Cleiton Calixto da Silva pela grande ajuda na demarcação dos pontos amostrais e coletas de amostras de água.

A Lucimar Souza, pela longa amizade e apoio na correção ortográfica.

Ao corpo docente do Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental que durante esses dois anos contribuíram para o meu crescimento profissional e aprimoramento de conhecimentos científicos.

Por fim, a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

*“Pois a dose de vida que tomo todas as manhãs antes de levantar é muito maior que minha vontade de desistir; e não tenho pressa, tenho fome, fome de ser feliz.”*

(Cidinha Araújo)

SOMMER, Renata Segovia. **Qualidade da água em Sub-bacia hidrográfica urbana: o caso do Rio Camaçari/Ba/**. 111 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental) Universidade Católica do Salvador. (UCSAL), 2013

## RESUMO

Os recursos hídricos são indispensáveis para todas as formas de vida. Nosso país é privilegiado por possuir uma grande quantidade de água doce que equivale a 12% do total mundial disponível para consumo. Apesar de ser um recurso fundamental para a sobrevivência dos seres vivos, vem sendo utilizado de forma incorreta, resultando na poluição e contaminação de mananciais que afetam a disponibilidade hídrica em determinadas regiões. O presente trabalho tem como objetivo principal avaliar a qualidade da água da Sub-bacia do rio Camaçari, através de análises físicas, químicas e biológicas, bem como sugerir possíveis medidas mitigadoras que resultem na melhoria da qualidade da água. Foram realizadas duas coletas de água em 7 pontos amostrais, que estão localizados desde a nascente do rio Camaçari até sua foz onde acontece o encontro com o rio Joanes, sendo que a primeira coleta ocorreu em junho de 2012 e a segunda em maio de 2013. Além disso, os pontos foram fotografados, demarcados com GPS e as características do entorno foram anotadas num protocolo de observação de campo. Após a análise das amostras percebeu-se que a região da nascente do rio Camaçari, onde está localizado o Ponto 1 está bem conservada no entanto os parâmetros Sólidos Totais, Salinidade, Oxigênio Dissolvido e pH estão em desacordo com os limites máximos permitidos pela Resolução CONAMA 357/2005. Nos demais pontos, observou-se que o nível de poluição e contaminação da água aumenta a medida que o rio Camaçari adentra a cidade. As análises microbiológicas indicaram a ausência de coliformes apenas no Ponto 1. Diante dessa realidade pode-se concluir que o processo de industrialização e a falta de planejamento urbano, aliado ao expressivo crescimento populacional desordenado foram os principais agentes responsáveis pelo processo de degradação ambiental do rio. Dessa forma, torna-se necessário a adoção de medidas mitigadoras que auxiliem na recuperação dessa área, visando o bem-estar social e ambiental, dentre elas pode-se citar a recuperação da mata ciliar em regiões específicas, contenção de encostas impedindo novos focos de erosão e assoreamento e implantação de um programa de saneamento básico em toda a área dessa sub-bacia, diminuindo assim a contaminação por organismos patogênicos.

**Palavras-chave:** Recursos hídricos. Meio ambiente. Resolução CONAMA 357/2005. Rio Camaçari.

SOMMER, Renata Segovia. **Water Quality in Urban Sub-basin: the case of Rio Camaçari / Ba I.** 111 f. Dissertation (Master Professional in Environmental Planning) Catholic University of Salvador. (UCSAL) 2013

## ABSTRACT

Water resources are essential to all life forms. Our country is fortunate to have a large amount of fresh water equivalent to 12 % of the world available for consumption. Despite being a key resource for the survival of living beings, has been used incorrectly, resulting in the pollution and contamination of water sources that affect water availability in certain regions. The present study aims at assessing the water quality of the river Sub -basin Camaçari, through physical, chemical and biological, and suggest possible mitigation measures that result in improved water quality. There were two water collects in seven sampling points, which are located from the river's source to its mouth Northeastern Complex where the encounter with the Joanes river, and the first collection took place in june 2012 and the second in may 2013. Moreover, the points were photographed, marked with GPS and features of the surroundings were recorded in a protocol field observation. After the analysis of the samples was realized that the region of the headwaters of the river Camaçari, is located where the Point 1 is well maintained however the parameters Total Solids, Salinity, Dissolved Oxygen and pH are at odds with the maximum allowed by CONAMA Resolution 357/2005. In other points, it was observed that the level of pollution and contamination of water increases as the river enters the city Camaçari. Microbiological analysis indicated the absence of coliforms in only Point 1. Given this reality can be concluded that the process of industrialization and the lack of urban planning, combined with significant population growth were the main agents cluttered responsible for the environmental degradation of the river. Thus, it becomes necessary to adopt mitigation measures to assist in the recovery of this area, aimed at social welfare and environmental, among them we can mention the recovery of riparian vegetation in specific regions, slope retention preventing new outbreaks of erosion and siltation and implementation of a program of sanitation throughout the area this sub-basin, thereby reducing contamination with pathogenic organisms.

**Keywords:** Water resources. Environment. CONAMA Resolution 357/2005. Camaçari river.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Esquemática de uma bacia hidrográfica e seus divisores de água. ...	19
Figura 2 – Divisão hidrográfica do território brasileiro .....	20
Figura 3 – Principais impactos ocasionados pela urbanização nos recursos hídricos.....	30
Figura 4 – Mapa de situação e localização do município de Camaçari no Litoral Norte da Bahia. ....	41
Figura 5 – Localização geográfica da Bacia Hidrográfica do Recôncavo Norte no Estado da Bahia.....	46
Figura 6 – Sub-bacia do rio Camaçari.....	47
Figura 7 – Imagem ilustrativa da orla do rio Camaçari após a conclusão do projeto de urbanização integrada.....	49
Figura 8 – Mapa de situação e localização dos pontos de amostragem na Sub-bacia do rio Camaçari.....	52
Figura 9 – Análises físico-químicas da água.....	54
Figura 10 – Análises bacteriológicas de Coliformes Totais e Termotolerantes .....	55
Figura 11 – Primeiro ponto amostral, nascente da Sub-bacia do Rio Camaçari. ....	57
Figura 12 – Segundo ponto amostral, Bairro Nova Vitória. ....	58
Figura 13 – Terceiro ponto amostral, Bairro Natal.....	59
Figura 14 – Quarto ponto amostral, Bairro Camaçari de Dentro. ....	60
Figura 15 – Quinto ponto amostral, Bairro dos 46.....	61
Figura 16 – Sexto ponto amostral, Bairro Burissatuba. ....	62
Figura 17 – Sétimo ponto amostral, Bairro Parque Verde II.....	63
Figura 18 – Temperatura do ar.....	65
Figura 19 – Temperatura da água.....	66
Figura 20 – Sólidos Totais.....	67
Figura 21 – Turbidez da água .....	69
Figura 22 – Salinidade da água.....	70
Figura 23 – Condutividade elétrica.....	71
Figura 24 – Demanda Bioquímica de Oxigênio .....	72
Figura 25 – Oxigênio Dissolvido (OD) .....	73
Figura 26 – Potencial Hidrogeniônico.....	74
Figura 27 – Gráfico Box Plot .....	77
Figura 28 – Análise de Cluster referente a primeira e segunda coleta com os 07 pontos de amostragens.....	78

Figura 29– Análise de Cluster referente a primeira e segunda coleta de amostragens, com a eliminação do Ponto 1 .....	79
Figura 30 – Análise de Cluster referente aos parâmetros analisados (pH, DBO, Temperatura do ar, Temperatura da água, Condutividade, Salinidade, Concentração de Sólidos Totais, Coliformes Termotolerantes e Pluviosidade).....	80
Figura 31– Análise dos Componentes Principais (ACP) referente a primeira e segunda coleta com os 07 pontos de amostragens .....	80
Figura 32 – Análise dos Componentes Principais (ACP) referente aos parâmetros analisados (pH, DBO, Temperatura do ar, Temperatura da água, Condutividade, Salinidade, Concentração de Sólidos Totais, Coliformes Termotolerantes e Pluviosidade).....	81

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Localização dos pontos amostrais de coleta de água .....	51
Tabela 2 – Instrumentos utilizados para realização das análises.....	53
Tabela 3 – Coliformes termotolerantes .....	75
Tabela 4 – Matriz de Correlação .....	76

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA – Agência Nacional das Águas  
APA – Área de Preservação Ambiental  
APP – Área de Preservação Permanente  
BHRN – Bacia Hidrográfica do Recôncavo Norte  
CBH's – Comitês de Bacias Hidrográficas  
CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos  
CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo  
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente  
CONERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos  
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio  
DHN – Divisão Hidrográfica Nacional  
GPS – Global Position System  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IDEB – Índice de Desenvolvimento da Educação Básica  
INEMA – Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos  
LEMA – Laboratório de Estudos em Meio Ambiente  
MMA – Ministério do Meio Ambiente  
OPAS – Organização Pan-Americana de Saúde  
OD – Oxigênio Dissolvido  
PAC – Programa de Aceleração do Crescimento  
pH – Potencial Hidrogeniônico  
PAST – Paleontological Statistics  
PIB – Produto Interno Bruto  
PMCMV – Programa Minha Casa Minha Vida  
PNRH – Política Nacional dos Recursos Hídricos  
PNMA – Programa Nacional do Meio Ambiente  
PTTS – Programa de Trabalho Técnico Social  
RMS – Região Metropolitana de Salvador  
RPGA's – Regiões de Planejamento e Gestão das Águas  
SAC – Serviço de Atendimento ao Consumidor  
SEMA – Secretaria Estadual de Meio Ambiente  
SINGREH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

## SUMARIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
1.1 OBJETIVOS.....	18
1.1.1 Objetivo geral .....	18
1.1.2 Objetivos específicos .....	18
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>19</b>
2.1 BACIAS HIDROGRÁFICAS .....	19
2.1.1 Conceito .....	19
2.1.2 Regiões hidrográficas do território brasileiro .....	20
2.1.3 Regiões hidrográficas do nordeste brasileiro .....	21
2.1.4 Regiões de planejamento e gestão das águas do Estado da Bahia ...	21
2.1.4.1 Região hidrográfica nacional do Atlântico Leste .....	21
2.1.4.2 Região hidrográfica nacional do Rio São Francisco.....	23
2.1.5 Comitês de bacias hidrográficas .....	25
2.2 QUALIDADE DA ÁGUA .....	26
2.2.1 Alteração da qualidade da água em rios urbanos.....	28
2.3 INDICADORES AMBIENTAIS .....	31
2.3.1 O que são indicadores ambientais? .....	31
2.3.2 Escolha dos indicadores adequados .....	33
2.3.3 Indicadores de qualidade da água.....	34
2.4 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E BIOLÓGICOS.....	35
2.4.1 Parâmetros físicos .....	35
2.4.1.1 Temperatura .....	35
2.4.1.2 Série de sólidos .....	36
2.4.1.3 Turbidez.....	36
2.4.2 Parâmetros químicos.....	37
2.4.2.1 Salinidade .....	37
2.4.2.2 Condutividade.....	37
2.4.2.3 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) .....	37
2.4.2.4 Oxigênio Dissolvido (OD).....	38
2.4.2.5 Potencial Hidrogeniônico (pH) .....	38
2.4.3 Parâmetros biológicos.....	39
2.4.3.1 Coliformes Termotolerantes.....	39
2.5 O MUNICÍPIO DE CAMAÇARI .....	40
2.5.1 Características gerais .....	40
2.5.2 Histórico do município .....	42
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>45</b>

3.1	ÁREA DE ESTUDO .....	45
3.1.1	Bacia Hidrográfica do Recôncavo Norte .....	45
3.1.2	Sub-bacia do rio Camaçari .....	47
3.1.2.1	Projeto de urbanização integrada do rio Camaçari .....	48
3.2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	50
3.2.1	Caracterização ambiental .....	50
3.2.2	Localização dos pontos de amostragem .....	50
3.2.3	Análise da qualidade da água .....	52
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>56</b>
4.1	CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DA SUB-BACIA DO RIO CAMAÇARI.....	56
4.1.1	Ponto 1 .....	56
4.1.3	Ponto 3 .....	58
4.1.4	Ponto 4 .....	59
4.1.5	Ponto 5 .....	61
4.1.6	Ponto 6 .....	62
4.1.7	Ponto 7 .....	62
4.2	ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA .....	64
4.2.1	Temperatura .....	64
4.2.2	Sólidos Totais.....	66
4.2.3	Turbidez .....	68
4.2.4	Salinidade .....	69
4.2.5	Condutividade elétrica.....	70
4.2.6	Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) .....	71
4.2.7	Oxigênio Dissolvido (OD) .....	73
4.2.8	Potencial Hidrogeniônico (pH).....	74
4.2.9	Coliformes Termotolerantes .....	74
4.1	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	75
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>82</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>84</b>
	<b>APÊNDICE.....</b>	<b>93</b>
	APÊNDICE A – Tabela com os resultados das análises físicas, químicas e biológicas.....	93
	APÊNDICE B – Protocolo de observação de campo .....	95
<b>ANEXOS .....</b>		<b>96</b>
	ANEXO A – Divisão hidrográfica do Território Brasileiro .....	96
	ANEXO B – Mapa das Regiões de Planejamento e Gestão das Águas (RPGA's) do Estado da Bahia .....	98

ANEXO C – Mapa da região urbana do município de Camaçari .....	100
ANEXO D – Mapa da Bacia do Recôncavo Norte .....	102
ANEXO E – Mapa da Sub-bacia do rio Camaçari.....	104
ANEXO F – Mapa do projeto de urbanização integrada do rio Camaçari.....	106
ANEXO G – Resolução CONAMA 357/2005, Capítulo II (Classificação dos corpos de água em classes de qualidade).....	108

# 1 INTRODUÇÃO

Atualmente a preocupação com os recursos hídricos e sua importância para a manutenção da vida tornou-se uma das principais preocupações mundiais, diversos países discutem o assunto através da participação em conferências internacionais que tratam da necessidade de planejamento ambiental e proteção da água.

De acordo com Machado e Torres (2012), a água é o elemento que diferencia a terra dos demais planetas, pois somente aqui ela pode ser encontrada nos estados sólido, líquido e gasoso; além de ser a responsável pela formação e manutenção da vida.

Todos os organismos vivos dependem dos recursos hídricos para sua sobrevivência, sendo ela vital para o equilíbrio dos ecossistemas, essencial para o desenvolvimento econômico e para a sustentabilidade dos ciclos no planeta. Além disso, nutre florestas, mantém a produção agrícola e a biodiversidade nos sistemas aquáticos e terrestres (TUNDISI, 2006).

O Brasil é um país privilegiado, pois detém cerca de 12% da água doce disponível no mundo. A problemática hídrica em nosso país justifica-se pelo fato da sua má distribuição em relação à densidade demográfica, sendo que 80% desse recurso está situado na região amazônica e apenas 20% encontra-se dividido nas demais regiões hidrográficas do território nacional (MILARÉ, 2011).

Apesar de existir uma grande quantidade de água, esta vem sendo utilizada de forma incorreta. Para Ribeiro (2005), os recursos naturais começaram a ser degradados juntamente com o processo de urbanização, caracterizando-se principalmente pela exploração indiscriminada dos corpos hídricos incluindo desmatamento de encostas e das matas ciliares, além do uso inadequado do solo, afetando negativamente na qualidade e quantidade dos mesmos.

Tucci (1997) diz que a deterioração das bacias hidrográficas situadas nas áreas urbanas é reflexo do crescimento insustentável, que ocasiona impactos significativos ao meio ambiente. Conseqüentemente afeta a qualidade de vida da população que sofre com o comprometimento do abastecimento público, inundações, falta de gestão dos resíduos sólidos, entre outros.

A determinação da qualidade da água está relacionada com a finalidade que se destina, geralmente a alteração das suas características naturais está relacionada com atividades naturais ou antrópicas, grande parte da água doce do planeta apresenta algum tipo de contaminação causando efeitos nocivos ao meio ambiente e a saúde humana (SILVA et al. 2006).

O município de Camaçari está situado no Litoral Norte do Estado da Bahia, sendo considerado o maior município da região metropolitana de Salvador. O crescimento local desordenado e a intensa atividade industrial são as principais causas do aumento das problemáticas ambientais existentes no município (PARENTE, 2008). Dentre elas destaca-se a Sub-bacia do Rio Camaçari que por estar localizada em área urbana vem sofrendo grandes transformações decorrentes da ação antrópica, tornando-se afetados não apenas os ecossistemas locais, mas a qualidade de vida da população.

A Sub-bacia do rio Camaçari, objeto de estudo do presente trabalho está situada na Bacia do Recôncavo Norte, possui 12km de extensão e tem sua nascente situada no anel florestal do Pólo Petroquímico, percorrendo toda a área urbana do município.

O fato do rio Camaçari ser um afluente da margem esquerda do rio Joanes que é um dos mananciais hídricos responsáveis pelo abastecimento da cidade de Salvador justifica a importância da avaliação da qualidade da água dessa Sub-bacia.

Para o desenvolvimento dessa pesquisa, o rio Camaçari foi percorrido desde a nascente até seu encontro com o rio Joanes, onde foram selecionados pontos de amostragem, levando-se em consideração o interesse por alguns locais específicos do rio, bem como a existência de focos pontuais de poluição.

O estudo está voltado para avaliação de características físicas, químicas e microbiológicas da água, para tanto foram realizadas duas coletas de amostras de água onde foram realizadas análises *In situ* e *Ex situ*, sendo que as análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Estudos em Meio Ambiente (LEMA) e na Corplab Brasil Serviços Analíticos Ambientais Ltda.

O desenvolvimento desse trabalho não tem como objetivo somente a avaliar a qualidade da água do rio Camaçari, mas também contribuir com informações que possam servir de apoio científico para a realização de intervenções que colaborem com a recuperação desse corpo hídrico.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

- Diagnosticar a qualidade da água do rio Camaçari – BA, através de análises realizadas *In situ* e *Ex situ*, identificando as principais fontes de poluição e descrever possíveis medidas mitigadoras.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Reconhecer a área da Sub-bacia do rio Camaçari desde a nascente até a sua foz selecionando os pontos de maior interesse para a coleta de água;
- Caracterizar ambientalmente o entorno dos pontos de coleta amostras de água;
- Avaliar a qualidade da água do rio Camaçari através da análise de parâmetros físicos, químicos e biológicos;
- Comparar os resultados encontrados através das análises *In situ* e *Ex situ* com os limites máximos estabelecidos para cada parâmetro pela Resolução CONAMA 357/2005;
- Propor algumas medidas que resultem na melhoria da qualidade da água do rio Camaçari.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

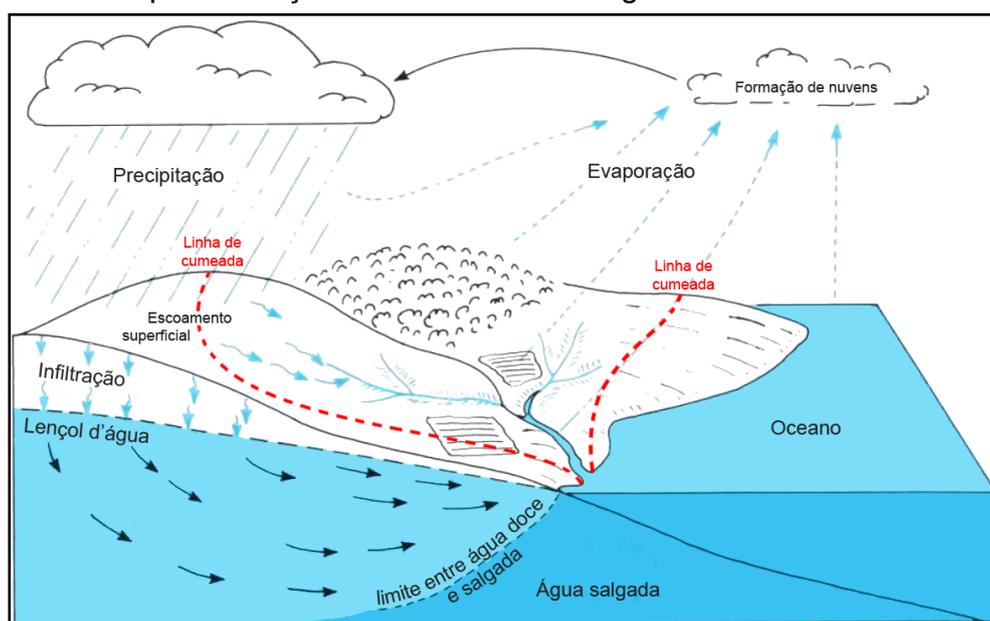
### 2.1 BACIAS HIDROGRÁFICAS

#### 2.1.1 Conceito

Atualmente, o termo bacia hidrográfica é adotado por diversos países como uma área físico-territorial voltada ao planejamento e gestão dos recursos naturais, o que justifica a importância do entendimento de tal conceito e suas sub-divisões. Conforme Machado e Torres (2012, p. 42) “[...] a diferenciação desses conceitos é feita segundo o grau de hierarquização, já que a bacia hidrográfica abrange a área de drenagem do rio principal e a sub-bacia abrange a área de drenagem de um tributário do rio principal [...].”

Segundo Santos Junior (2011), bacia hidrográfica é uma área territorial delimitada pelos divisores de água que se localizam nos pontos mais altos do terreno, onde uma parte da água de precipitação infiltra no solo formando o lençol freático e a outra escorre até os locais mais baixos originando os rios e lagos (Figura 1). Essa rede de drenagem converge para um mesmo ponto de saída, denominado exutório (TUCCI, 1997 apud ARAÚJO et al 2009).

Figura 1 – Esquemática de uma bacia hidrográfica e seus divisores de água.



Fonte: Comitê de Bacia da Baía de Guanabara (2013).

### 2.1.2 Regiões hidrográficas do território brasileiro

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) instituiu a Divisão Hidrográfica Nacional (DHN) através da Resolução 32 (2003) criando as regiões hidrográficas do território brasileiro.

De acordo com a Resolução 32 (2003, p.1), as regiões hidrográficas são entendidas como “[...] o espaço territorial brasileiro compreendido por uma bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares, com vistas a orientar o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos [...]”. Segundo a resolução supracitada, o território nacional foi dividido em 12 regiões hidrográficas (Anexo A), que podem ser observadas a seguir (Figura 2):

Figura 2 – Divisão hidrográfica do território brasileiro



Fonte: Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2013).

### **2.1.3 Regiões hidrográficas do nordeste brasileiro**

A região nordeste contempla 5 regiões hidrográficas, que se distinguem entre si pelas suas peculiaridades em relação ao tamanho, características hidrográficas, número de habitantes, vegetação, a saber (BAHIA, 2009):

- i. Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental;
- ii. Região Hidrográfica do Parnaíba;
- iii. Região Hidrográfica do Atlântico Nordeste Oriental;
- iv. Região Hidrográfica do São Francisco;
- v. Região Hidrográfica Atlântico Leste.

### **2.1.4 Regiões de planejamento e gestão das águas do Estado da Bahia**

No Estado da Bahia a gestão das bacias hidrográficas é responsabilidade do Instituto de Meio ambiente e Recursos Hídricos (INEMA), com a participação conjunta dos Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado da Bahia (CBH's). Devido à grande extensão do território baiano e a complexidade de sua malha hídrica, a Resolução 43 (2009) estabeleceu a divisão do Estado em Regiões de Planejamento e Gestão das Águas (RPGA's), proporcionando a implantação da política estadual dos recursos hídricos com maior segurança e efetividade (INEMA, 2013).

Segundo a resolução supracitada, o território baiano está inserido nas Bacias Hidrográficas Nacionais do Atlântico Leste e na Bacia do Rio São Francisco, que se subdividem em 25 RPGA's (Anexo B), as quais serão descritas a seguir.

#### **2.1.4.1 Região hidrográfica nacional do Atlântico Leste**

I – RPGA do Riacho Doce: formada pela bacia do Riacho Doce e pelos afluentes da margem esquerda do Rio Itaúnas, é considerada uma bacia interestadual, pois deságua no Estado do Espírito Santo (INEMA, 2013).

II – RPGA do Rio Mucuri: limita-se com o estado de Minas Gerais e deságua no Oceano Atlântico, formada pela bacia hidrográfica do Rio Mucuri (INEMA, 2013).

III – RPGA dos Rios Peruípe, Itanhém e Jucuruçu: limita-se com o Estado de Minas Gerais e tem sua foz no Oceano Atlântico, formado pelas bacias dos rios Jucuruçu, Itanhém e Peruípe, acrescida do Córrego do Meio (INEMA, 2013).

IV – RPGA dos Rios dos Frades, Buranhém e Santo Antônio: nessa RPGA está situado o maior fragmento de Mata Atlântica do Nordeste, é formada pelas Bacias dos rios Santo Antônio, João de Tiba, Frades, Caraíva, Queimado, além do Rio Buranhém que deságua no Oceano Atlântico (INEMA, 2013).

V – RPGA do Rio Jequitinhonha: limita-se com o Estado de Minas Gerais e deságua no Oceano Atlântico, é formada pela bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (INEMA, 2013).

VI – RPGA do Rio Pardo: formada pela bacia hidrográfica do rio Pardo, situada no Estado da Bahia, desde a divisa com Minas Gerais até sua foz no Oceano Atlântico (INEMA, 2013).

VII – RPGA do Leste: limita-se a norte e nordeste com a RPGA do Rio das Contas, a sul e sudeste com a RPGA do Rio Pardo, é formada pelas bacias hidrográficas de rios estaduais que deságuam no Oceano Atlântico (INEMA, 2013).

VIII – RPGA do Rio das Contas: é formada pela bacia hidrográfica do Rio das Contas (INEMA, 2013).

IX – RPGA do Recôncavo Sul: limita-se a norte e oeste pela RPGA do Rio Paraguaçu, ao sul e sudoeste pela RPGA do Rio das Contas. É formada pelas bacias estaduais que deságuam no Oceano Atlântico, na contra-costa da Ilha de Itaparica, na contra-costa do Arquipélago de Tinharé-Boipeba e na Baía de Camamu (INEMA, 2013).

X – RPGA do Rio Paraguaçu: é formada pelas bacias hidrográficas do rio Paraguaçu e por pequenos rios que deságuam na baía do Iguape até o município de Salinas da Margarida (INEMA, 2013).

XI – RPGA do Recôncavo Norte: limita-se a Norte pela RPGA do Rio Itapicuru e a Oeste pela RPGA do Rio Paraguaçu. É formada pelas bacias hidrográficas dos rios que deságuam no Oceano Atlântico, em sua porção oriental e ao Sul na Bahia de Todos os Santos (INEMA, 2013).

XII – RPGA do Rio Itapicuru: é formada pelas bacias hidrográficas dos rios Itapicuru e Itariri (INEMA, 2013).

XIII – RPGA do Rio Real: é formada pela bacia hidrográfica do Rio Real, desde suas nascentes até seus limites na divisa com o Estado de Sergipe (INEMA, 2013).

XIV – RPGA do Rio Vaza-Barris: é formada pela bacia hidrográfica do Rio Vaza-Barris, desde suas nascentes até o limite com o Estado de Sergipe (INEMA, 2013).

#### 2.1.4.2 Região hidrográfica nacional do Rio São Francisco

XV – RPGA do Riacho do Tará: limita-se ao sul com a RPGA do Rio Vaza-Barris, a norte pela RPGA dos Rios Macururé e Curaçá, é formada pelas sub-bacias hidrográficas da margem direita do Rio São Francisco, desde suas nascentes até a divisa com o Estado de Sergipe (INEMA, 2013).

XVI – RPGA dos Rios Macururé e Curaçá: limita-se ao sul pelas RPGA's do Rio Vaza-Barris e Rio Itapicuru, a oeste pela RPGA do Rio Salitre, a leste pela sub-bacia do Riacho do Tará e, a norte pela calha do Rio São Francisco. É formada pelas sub-bacias hidrográficas da margem direita do Rio São Francisco (INEMA, 2013).

XVII – RPGA do Rio Salitre: é formada pela sub-bacia do Rio Salitre (INEMA, 2013).

XVIII – RPGA dos Rios Verde e Jacaré: Limita-se a leste com as RPGA's do Lago do Sobradinho e do Rio Salitre, a Sul com a RPGA do Rio Paraguaçu, a Oeste com a RPGA do Rio Paramirim e Santo Onofre. Formada pelas sub-bacias dos rios Verde, Jacaré e pequenos riachos que deságuam no Lago do Sobradinho (INEMA, 2013).

XIX – RPGA do Lago de Sobradinho: limita-se a leste com a RPGA do Rio Salitre e o Estado de Pernambuco, a sul com as RPGA's dos Rios Verde e Jacaré, Rio Salitre e dos Rios Paramirim e Santo Onofre, a oeste com a RPGA do Rio Grande e a noroeste e norte com o Estado do Piauí. É formada pelas sub-bacias de rios que deságuam na Barragem de Sobradinho (INEMA, 2013).

XX – RPGA dos Rios Paramirim e Santo Onofre: limita-se a leste com as RPGA's dos Rios Verde e Jacaré, do Rio Paraguaçu e do Rio das Contas, a sudoeste com a RPGA do Rio Carnaíba de Dentro, a oeste com a RPGA dos Riachos da Serra Dourada e do Brejo Velho, e ao norte com a RPGA do Lago do Sobradinho. É formada pelas sub-bacias dos Rios Paramirim, Santo Onofre e de afluentes da margem direita do Rio São Francisco (INEMA, 2013).

XXI – RPGA do Rio Grande: é formada pela sub-bacia do Rio Grande (INEMA, 2013).

XXII – RPGA do Rio Carnaíba de Dentro: limita-se a leste com as RPGA's dos Rios Paramirim, Santo Onofre e Rio das Contas, ao sul com as RPGA's do Rio Verde Grande e Rio Carinhanha, a oeste com a RPGA do Rio Corrente e a noroeste com a RPGA dos Riachos da Serra Dourada e do Brejo Velho. É formada pelas sub-bacias de afluentes das margens direita e esquerda do Rio São Francisco (INEMA, 2013).

XXIII – RPGA do Rio Corrente e Riachos do Ramalho, Serra Dourada e Brejo Velho (INEMA, 2013).

XXIV – RPGA do Rio Carinhanha: é formada pelas sub-bacias dos afluentes da margem esquerda do Rio Carinhanha, desde as nascentes no Estado da Bahia até a divisa com Minas Gerais (INEMA, 2013).

XXV – RPGA do Rio Verde Grande: é formada pelas sub-bacias dos afluentes da margem direita do Rio verde Grande, desde as nascentes no Estado da Bahia até a divisa com Minas Gerais (INEMA, 2013).

### 2.1.5 Comitês de bacias hidrográficas

A Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH), que foi instituída através da Lei 9.433 (1997) surgiu com a necessidade de proteger os recursos hídricos das diferentes formas de degradação. A referida lei cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) e estabelece que a gestão das águas deve ocorrer de forma descentralizada e participativa, envolvendo o poder público, os usuários dos recursos hídricos e as comunidades em geral.

O SINGRH é composto por órgãos federais, estaduais e municipais voltados ao planejamento e gestão das águas, dentre eles estão os Comitês de Bacias Hidrográficas (BRASIL, 1997).

De acordo com Houaiss (2001 apud ANA, 2011 p. 11), a palavra “[...] Comitê, do latim *committere*, significa confiar, entregar, comunicar. É o termo empregado para dar significado à comissão, à junta, à delegação, à reunião de pessoas para debate e execução de ação de interesse comum”. Segundo a ANA (2011), os CBH’s são formados por um grupo de pessoas que se reúnem para discutir o uso dos recursos hídricos na bacia em que estão inseridos, sendo este um interesse comum a todos.

Os CBH’s foram criados com a finalidade de promover a gestão participativa das águas, envolvendo diversos setores da sociedade (INEMA, 2013). O modelo democrático atual possibilita que qualquer cidadão que demonstre interesse sobre os recursos hídricos possa se tornar membro do CBH’s local, podendo expressar sua opinião no processo de gestão dos mesmos (CBH, 2013).

De acordo com a Secretaria de Meio Ambiente do Estado da Bahia (SEMA, 2013), o objetivo principal dos CBH’ é analisar, discutir, debater e aprovar os Planos de Bacia e suas proposições, cobrança e valores pelo uso da água, enquadramento em classes, divisão de custos das obras de uso comum, solucionar conflitos referentes ao uso da água, além de desenvolver políticas voltadas a conservação dos recursos hídricos.

Segundo Antunes (2011), os CBH’s poderão ter como área de atuação a totalidade de uma bacia hidrográfica, a sub-bacia hidrográfica de um tributário do curso de água principal da bacia, ou ainda grupos de bacias ou sub-bacias contíguas.

Os CBH's são considerados tripartites, pois possuem representantes do Poder Público, da Sociedade Civil e dos Usuários dos recursos hídricos, além disso, a Lei 10.432 (2006) prevê vagas para representantes da Fundação Nacional do Índio (FUNAI) nas bacias hidrográficas com terras indígenas reconhecidas (INEMA, 2012).

No Estado da Bahia, atualmente estão em funcionamento 14 CBH's que estão distribuídos por todo o território baiano: CBH Contas, CBH Correntes, CBH Frades, Buranhém e Santo Antônio, CBH Grande, CBH Itapicuru, CBH Leste, CBH Paraguaçu, CBH Paramirim e Santo Onofre, CBH Peruípe, Itanhém e Jucuruçu, CBH Recôncavo Norte e Inhambupe, CBH Recôncavo Sul, CBH Salitre, CBH Sobradinho e CBH Verde-Jacaré.

A partir dessa reflexão pode-se dizer que, os CBH's tornaram-se importantes órgãos voltados ao desenvolvimento de políticas públicas que buscam alcançar o desenvolvimento sustentável, contribuindo para [...] “a mudança de paradigmas, tanto no que concerne as atitudes humanas, individuais e sociais frente às águas e ao ambiente, como também para a institucionalização dos arranjos de controle da vida em sociedade [...]” (BORN, 2000, p. 67)

## 2.2 QUALIDADE DA ÁGUA

A utilização dos recursos hídricos deve ser compatível com a sua qualidade, requisito essencial para saúde pública e equilíbrio ambiental. No Brasil, a Resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2005) estabelece a divisão das águas doces, salobras e salinas do país em treze classes, as quais são classificadas de acordo com seus usos preponderantes.

A qualidade da água é representada por um conjunto de características, geralmente mensuráveis (DESIRIO, 2000). Sua determinação está relacionada com a finalidade a que se destina (consumo humano, irrigação, transporte ou manutenção da vida aquática), em função disso Gonçalves (2009) destaca que para avaliar sua qualidade é necessário analisar cuidadosamente o ecossistema local, a presença de substâncias orgânicas e inorgânicas e as mudanças produzidas por fatores externos no meio aquático.

Geralmente, a alteração da qualidade da água é causada por fatores que interferem em suas propriedades físicas, químicas e biológicas, originando-se através de fenômenos naturais ou antrópicos (BRAGA et al., 2005).

A localização espacial e a sazonalidade são variáveis que interferem na qualidade da água. Os recursos hídricos recebem carga poluidora de acordo com a região em que estão inseridos, representando as atividades desenvolvidas no local; já o fator sazonal está associado com variações do nível das chuvas, que interfere em variáveis como pH, turbidez e sólidos totais (ALMEIDA e SCHWARTZBOLD, 2003 apud JARDIM, 2011).

Ao discutir qualidade da água, é importante ressaltar que os corpos hídricos possuem a capacidade de absorver e degradar através de microorganismos uma determinada carga de poluição orgânica, sem causar prejuízos ao ambiente; essa competência é denominada capacidade de auto-depuração de um sistema ecológico natural (BOAVIDA, 2001). Segundo o autor, os primeiros sinais de poluição só aparecem quando esses limites são ultrapassados.

Para entender o processo de degradação da água, é preciso esclarecer a diferença entre poluição e contaminação. A poluição é ocasionada por alguma alteração ecológica que prejudique direta ou indiretamente o ambiente ou ainda afete a saúde e o bem estar social (NASS, 2002). Em relação à contaminação, o mesmo autor define como a presença de substâncias ou seres patogênicos em quantidades nocivas aos seres humanos.

Conforme Filho et al. (2009, p. 2), a poluição dos recursos hídricos tem sua origem em diferentes fontes, dentre elas destacam-se “[...] os efluentes domésticos (poluentes orgânicos biodegradáveis, nutrientes e bactérias); efluentes industriais (poluentes orgânicos e inorgânicos, dependendo da atividade industrial) e a carga urbana e agrícola (poluentes advindos da drenagem dessas áreas: fertilizantes, defensivos agrícolas, fezes de animais e materiais em suspensão.”

Vale ressaltar que o conjunto de ações produzidas pelas atividades humanas, somadas industrialização e ao crescimento das áreas urbanas em zonas que apresentam fragilidade ambiental intensifica o processo de degradação dos recursos hídricos, limitando as formas de uso e causando comprometimento da vida aquática (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2011)

Nesse sentido, Tucci (1998 apud PEREIRA, 2004) classifica a poluição dos corpos d’água em três classes:

- i. Poluição pontual: ocasionada por fontes poluidoras que são facilmente identificadas, o controle é mais rápido e eficaz já que são lançadas em pontos específicos e de forma individualizada, *i.e.* lançamento de efluentes de estações de tratamento de esgotos;
- ii. Poluição difusa: não possui um ponto específico de lançamento, o que dificulta sua identificação e posterior controle, *i.e.* acidentes com produtos químicos;
- iii. Poluição mista: englobam as características das duas fontes citadas anteriormente, *i.e.* escoamento superficial urbano.

A origem dos poluentes que alteram a qualidade da água está relacionada com a forma de uso e ocupação da bacia hidrográfica, podendo ser causadas por fontes orgânicas e inorgânicas. As cargas orgânicas concentram-se nas regiões com alto índice demográfico, são ocasionadas pela decomposição da matéria orgânica e por dejetos humanos e animais. Já a poluição inorgânica é originária das atividades humanas como o uso de pesticidas e efluentes industriais (TUCCI; HESPANHOL; CORDEIRO NETTO, 2001; BOAVIDA, 2001).

Diante do exposto, percebe-se que a alteração da qualidade da água varia de acordo com o tipo e a quantidade de poluente lançado no corpo receptor. Em função disso, será apresentado na sequência as principais fontes de degradação dos mananciais hídricos que estão situados em áreas urbanizadas.

### **2.2.1 Alteração da qualidade da água em rios urbanos**

A poluição das bacias hidrográficas urbanas é um problema antigo, porém o tema tornou-se evidência devido a uma série de impactos negativos que estas ocasionam ao homem e ao meio ambiente. Vale ressaltar que a maioria dos rios que cortam as cidades brasileiras estão deteriorados, tornando-se o maior problema ambiental brasileiro (TUCCI; HESPANHOL; CORDEIRO NETTO, 2001).

Porto et al. (1991) corrobora com a opinião dos autores ao citar que a alteração da qualidade da água está intimamente relacionada com a ação antrópica, por esse motivo os ambientes fluviais tornaram-se as áreas que mais recebem impacto sobre a biosfera.

De acordo com último censo demográfico, a população brasileira é de aproximadamente 201 milhões de habitantes, destes 83% reside em áreas urbanas (IBGE, 2013). Grande parte das bacias hidrográficas urbanas situam-se em áreas antropizadas, nesses locais a ausência de infraestrutura sanitária reflete diretamente na qualidade dos mananciais que acabam se transformando em grandes receptores da poluição difusa (TUCCI; BERTONI, 2003).

O investimento em saneamento básico é uma das principais formas de proteção dos recursos hídricos, além disso, a ausência dessa infraestrutura reflete diretamente na saúde e qualidade de vida da população. No Brasil a preocupação com saneamento ainda é bastante recente e os investimentos cobrem apenas algumas regiões do país (LEONETI; PRADO; OLIVEIRA, 2011).

Segundo dados do IBGE (2010), a maior cobertura de saneamento básico foi identificada na região Sudeste do País, onde 82,3% dos municípios estão ligados a rede coletora de esgotos, já na região Norte apenas 22,4% possui essa cobertura. Essa diferença também existe em relação à zona rural e urbana, pois no meio rural sete a cada dez pessoas não dispõe de água tratada para consumo e rede coletora de esgotos.

Conforme Filho et al. (2009) alguns dos efeitos causados pelo processo de urbanização incluem “[...] modificação dos canais da macro-drenagem, alteração das margens e da vegetação ribeirinha, aumento nas taxas de erosão com consequente aumento no assoreamento [...] e aumento nos volumes e picos de vazão.”

A mata ciliar, também conhecida como vegetação ripária possui inúmeros benefícios para a preservação dos mananciais, dentre eles pode-se destacar o controle da erosão das encostas de rios e córregos, consequentemente resultando na diminuição do assoreamento causado pelas partículas de solo carregadas para o leito do rio pela ação da água e das chuvas (SANTOS et al., 2004 apud CHAVES, 2009).

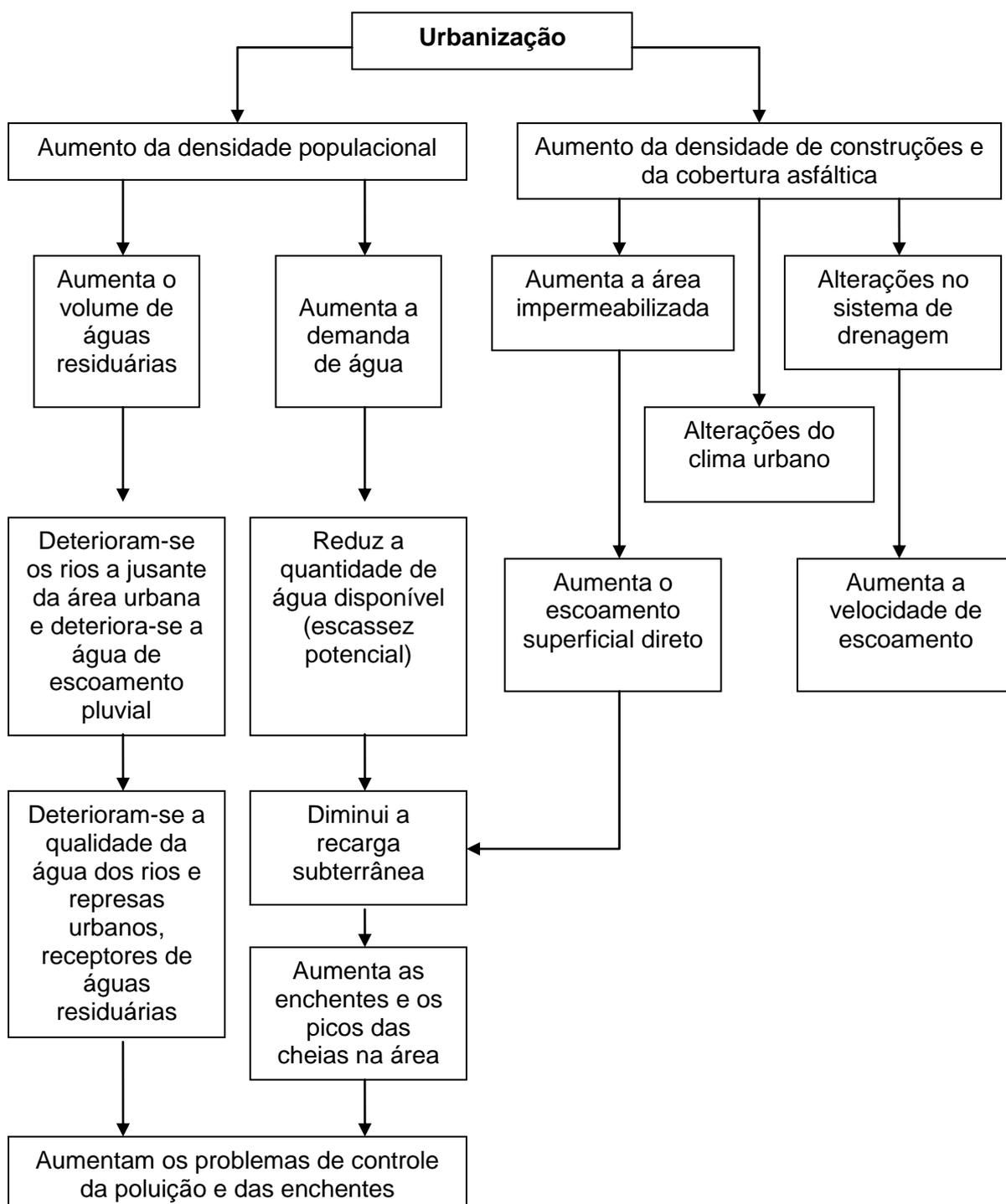
Para Tucci, Hespanhol e Netto (2001), o processo de urbanização desordenada pode causar os seguintes impactos nos recursos hídricos:

- i. Aumento da vazão dos canais de escoamento provocando alagamentos e enchentes;
- ii. Destinação inadequada dos resíduos sólidos e ineficiência na coleta;

- iii. Alteração na qualidade da água através da poluição difusa, originária principalmente da lavagem das ruas e ligações clandestinas de esgoto cloacal e pluvial.

A Figura 3 apresenta resumidamente os principais impactos decorrentes do processo de urbanização que interferem na quantidade e qualidade da água.

Figura 3 – Principais impactos ocasionados pela urbanização nos recursos hídricos



Fonte: Tucci (2000 apud TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2011, p. 71).

A ocupação territorial desordenada e o crescimento das áreas impermeáveis provocam impactos significativos nos rios; interferindo diretamente na qualidade da água e na biota aquática, por isso é necessário planejar a área da bacia levando em consideração o desenvolvimento futuro do local (MACIEL, 2003).

A maioria das cidades brasileiras não possui sistema de tratamento de esgotos sendo que os efluentes domésticos são lançados in natura nos corpos receptores, gerando um grande problema de saúde pública (TUCCI; HESPANHOL; CORDEIRO NETTO, 2001).

De acordo com Tundisi e Matsumura-Tundisi (2011 p. 87), as doenças de veiculação hídrica aumentam de intensidade e distribuição em regiões com alta concentração populacional, para o autor “[...] os pequenos rios urbanos que atravessam os municípios no Brasil podem ter fontes de dispersão de patógenos para as populações urbanas e periurbanas”.

Segundo os autores supracitados, esses patógenos são introduzidos nos corpos receptores principalmente pela descarga de água não tratada, contribuição de pessoas infectadas ou ainda através de dejetos de animais (gado, aves e suínos) em regiões de extensa atividade agropecuária.

## 2.3 INDICADORES AMBIENTAIS

### 2.3.1 O que são indicadores ambientais?

Existem vários conceitos utilizados para definir indicadores ambientais, dentre eles destaca-se o da Agência Européia de Meio Ambiente que os conceitua como sendo valores representativos de algum fenômeno, destacando ou revelando algo, “[...] é uma medida geralmente quantitativa, que pode ser usada para ilustrar e comunicar, de forma simples, fenômenos complexos, incluindo tendências e progresso ao longo do tempo [...]” (SILVA et al. 2012, p. 76).

Os indicadores ambientais são utilizados como suporte na tomada de decisão, pois possuem a capacidade de simplificar a realidade de um determinado ambiente facilitando sua compreensão; além de tornar mais eficaz a comunicação

dos dados brutos, adaptando-os a linguagem e aos interesses dos gestores locais (MAGALHÃES JUNIOR, 2012).

Essas ferramentas possibilitam diagnosticar a saúde do ecossistema, podendo ser utilizadas para medir os impactos ocasionados pela ação antrópica no ambiente. Magalhães Júnior (2012) ressalta que a sua utilização na implementação de políticas públicas ocorre devido a capacidade de sinalizar o cenário encontrado em diferentes esferas, tais como crescimento econômico, bem-estar social e ambiental.

De acordo com Carvalho et al. (2008, p. 3) um dos modelos sobre indicadores mais utilizados na área ambiental e de desenvolvimento sustentável é o Modelo PER (Pressão-Estado-Resposta), nele as estatísticas e indicadores são divididas em três categorias:

Pressão: Esses indicadores apresentam as pressões que as atividades humanas exercem sobre o meio ambiente. Ex: emissões de poluentes provenientes de fábricas e veículos automotores. Estado: São os indicadores que expressam as condições do meio ambiente tanto em termos quantitativos quanto qualitativos. O objetivo final da política é melhorar esses indicadores. Ex.: índices de qualidade do ar. Resposta: Os indicadores de resposta mostram a reação da sociedade às mudanças das condições ambientais. São as medidas tomadas para diminuir ou anular as pressões ambientais para com isso melhorar o estado do meio ambiente. Ex.: fiscalização e controle de emissões de poluentes provenientes de fábricas e veículos automotores, que pode ser mensurado na forma de número de multas, vistorias, autuações, licenças emitidas, alteração na legislação ambiental, reformulação dos órgãos fiscalizadores etc.

Cada indicador representa um parâmetro selecionado, no entanto podem ser analisados de forma individual ou ainda em conjunto, denominando-se Indicadores Agregados (SANTOS, 2004). Vale ressaltar que o estudo agregado dos indicadores pode fornecer em síntese as condições ambientais de uma área específica, destacando as pressões exercidas sobre o ambiente e as possíveis respostas encontradas pela sociedade para mitigá-las (UCKER; KEMERICH; ALMEIDA, 2011).

Dessa forma, torna-se evidente o quanto é importante a escolha dos indicadores adequados à área de estudo e aos objetivos que desejam ser alcançados, garantindo a veracidade e relevância das informações colhidas.

### 2.3.2 Escolha dos indicadores adequados

A utilização dos indicadores ambientais teve início na década de 1980, no Canadá e em alguns países da Europa, no entanto foi após a Conferência das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio 92) que houve um crescimento considerável da utilização desse sistema, principalmente nos países desenvolvidos (RIBEIRO; HELLER, 2004; TAYRA ; RIBEIRO, 2006).

Durante os anos 90, a tendência global de procurar alternativas que visassem o desenvolvimento sustentável foi o principal fator que impulsionou a utilização dos indicadores na gestão dos recursos naturais. Segundo Magalhães Júnior (2012, p. 174) “[...] a escolha ou a utilização dos indicadores exige [...] a diferenciação de seus graus de importância, visando sinalizar quais são os prioritários para os objetivos estabelecidos [...]”.

Nesse sentido, a Companhia de Tecnologia em Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2013) ressalta que a funcionalidade de um indicador depende da seleção adequada, pois este fator é fundamental para caracterizar a área em estudo, portanto devem estabelecer um conjunto de critérios que possam efetuar a avaliação de forma que tenha validade, coerência, objetividade e consistência.

O primeiro passo para a seleção dos indicadores é a delimitação do problema, após segue-se a escolha das variáveis que serão analisadas, as quais necessitam ser confiáveis e capazes de medir ou representar com precisão o fenômeno estudado, sendo capaz de discriminar um evento de outro e detectar mudanças ocorridas ao longo do tempo (INDICADORES..., 2008).

De acordo com Ribeiro e Heller (2004), para escolher os indicadores adequados é preciso esclarecer os impactos ambientais significativos da região, que servirão de base para a referida escolha. Segundo os mesmos autores, devem ser selecionados de forma que atendam os seguintes princípios:

- i. Possuir a capacidade de identificar os elementos de pressão sobre o meio ambiente, os impactos ocasionados no meio ambiente decorrente dessas pressões e as respostas sociais as mesmas;
- ii. Capacidade de subsidiar o processo de tomada de decisões nas instâncias governamentais e em segmentos sociais, proporcionando

assim o aperfeiçoamento na definição de objetivos e metas da política de meio ambiente;

- iii. Capacidade de interagir de forma sistêmica, apresentando as relações de retroalimentação, como a influência das respostas sobre os elementos de pressão e, a partir desses, sobre o estado do meio ambiente;
- iv. Capacidade de associar os aspectos ambientais aos processos econômicos e sociais.

Segundo a Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS, 1995 apud INDICADORES..., 2008, p. 14), durante o processo de escolha dos indicadores é importante adotar alguns critérios, pois estes precisam ser simples e de fácil interpretação; ser relevantes e facilitar o entendimento do ambiente; possuir embasamento científico; considerar as dificuldades de monitoramento e proporcionar bases sólidas para discussão dos resultados e gestão ambiental.

Diante do exposto, entende-se que é preciso selecionar variáveis capazes de traduzir as peculiaridades do ambiente. Portanto, ao se tratar de recursos hídricos, os indicadores tornam-se um valioso instrumento para avaliação da qualidade da água, servindo como ferramenta auxiliar na gestão dos mesmos.

### **2.3.3 Indicadores de qualidade da água**

A avaliação da qualidade da água é verificada através da análise das características físicas, químicas ou biológicas, denominadas parâmetros indicadores de qualidade da água (BRAGA et al., 2005). No Brasil, a Resolução Conama 357 (2005) estabelece os limites máximos aceitáveis para cada parâmetro, classificando o corpo hídrico de acordo com o uso a que se destina.

De acordo com Porto (1991), a avaliação dos parâmetros indicadores de qualidade de água é realizada por dois motivos:

- i. Manter os níveis de qualidade da água estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005;

- ii. Os resultados servem como base para estabelecer o tratamento adequado a cada bacia hidrográfica, de modo que os lançamentos de efluentes não afetem sua qualidade.

O indicadores de qualidade de água retratam através dos resultados das análises o tipo de poluente que a bacia hidrográfica recebe (TUCCI; MENDES, 2006). Segundo o Programa Nacional do Meio Ambiente (PNMA, 2009), os indicadores devem ser escolhidos levando em consideração as fontes poluidoras da região que podem ser identificadas através levantamento de uso do solo na bacia.

Além de proporcionar um diagnóstico seguro dos ecossistemas aquáticos, os parâmetros indicadores de qualidade de água estão relacionados, em nível global e nacional, ao desejo de melhoria da qualidade de vida e principalmente controle de doenças que afetem a saúde humana (MAGALHÃES JUNIOR, 2011).

## 2.4 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E BIOLÓGICOS

“Os parâmetros físicos da água são aqueles que afetam os sentidos humanos [...] já os parâmetros químicos e biológicos descrevem as modificações químicas e biológicas na água, função da interação destes componentes [...]”. (TUCCI; MENDES, 2006, p. 86). A seguir serão descritas as variáveis físicas, químicas e microbiológicas selecionadas para a realização deste trabalho. Tais parâmetros foram escolhidos por geralmente serem os mais utilizados na avaliação da qualidade da água em bacias hidrográficas.

### 2.4.1 Parâmetros físicos

#### 2.4.1.1 Temperatura

A temperatura da água é influenciada por fatores como altitude, latitude, estações do ano, período do dia, vazão e profundidade. Exerce influencia direta nos processos metabólicos, sendo uma variável determinante de vários processos químicos, físicos e biológicos que ocorrem no meio aquático (CETESB, 2009).

Atividades antrópicas como o lançamento da água de torres de esfriamento, caldeiras e outros despejos de esgotos domésticos ou efluentes industriais também podem ocasionar interferência na temperatura dos corpos hídricos (ALVES, 2006 apud HESPANHOL, 2009).

Os organismos aquáticos possuem limite de tolerância térmica, com o aumento da temperatura as atividades microbianas são aceleradas, ocasionando aumento no consumo de oxigênio, que resulta na diminuição dos gases dissolvidos na água (PAIVA, J.; PAIVA, E., 2001). No caso da liberação de gases com odores desagradáveis pode gerar mau cheiro no local (VON SPERLING, 2005).

#### 2.4.1.2 Série de sólidos

A análise dos sólidos permite determinar frações de sólidos presentes na água (totais, dissolvidos, em suspensão, fixos e voláteis), podem ser determinados através de métodos gravimétricos (balança analítica ou de precisão), ou pela evaporação, secagem e calcinação de uma amostra (GONÇALVES, 2009).

Os sólidos interferem na vida aquática, ao sedimentarem no leito dos rios destroem organismos que podem servir de alimento para os peixes, como plâncton e fitoplâncton e danificam a área de desova; além de reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo promovendo a decomposição anaeróbia (CETESB, 2009).

#### 2.4.1.3 Turbidez

A turbidez de uma amostra de água representa o grau de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la, pois as partículas presentes na água são maiores que o comprimento de onda da luz branca (CETESB, 2013). É ocasionada pela presença de materiais em suspensão, impedindo a penetração dos raios solares na água, pode ser de origem natural ocasionada pela diluição de partículas de rocha, areia e silte ou mesmo pela presença de algas e microrganismos (BRAGA et al., 2005).

Outros fatores como a erosão das margens dos rios, esgotos sanitários e efluentes industriais também provocam seu aumento, ocasionando a diminuição da

fotossíntese realizada pelas algas e vegetação submersa, portanto a turbidez exerce influencia direta sobre as comunidades aquáticas (CETESB, 2013).

## **2.4.2 Parâmetros químicos**

### **2.4.2.1 Salinidade**

A salinidade é uma característica natural da água já que este é um elemento abundante no planeta terra, o conjunto de sais dissolvidos (bicarbonatos, cloretos, sulfatos e demais sais) podem tornar a água salobra e com características incrustantes (BRAGA et al., 2005).

Em relação a qualidade da água, os sais podem ser utilizados como indicadores de poluição por esgotos domésticos e efluentes industriais que ocasionam o aumento da salinidade, além disso, rios que recebem intrusão das águas marinhas também podem apresentar níveis elevados de sais (CETESB, 2013).

### **2.4.2.2 Condutividade**

A condutividade elétrica é uma medida que expressa a capacidade da água de conduzir corrente elétrica devido à presença de sais na lâmina d'água, variando de acordo com a concentração total de substancias ionizadas e com a temperatura (PINTO, 2007).

A condutividade da água aumenta de acordo com a quantidade de sólidos dissolvidos indicando alterações na composição da água, principalmente na concentração de minerais, valores muito altos podem indicar que a água apresenta características corrosivas (CETESB, 2013).

### **2.4.2.3 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)**

A Demanda Bioquímica do Oxigênio (DBO) representa a quantidade de oxigênio utilizado pelos microrganismos aeróbios para oxidar a matéria orgânica

biodegradável presente em uma amostra, durante um período de 5 dias a uma temperatura de 20°C, indicada como DBO<sub>5,20</sub> (PAIVA, J.; PAIVA, E., 2001; CETESB, 2013).

O consumo de oxigênio é proporcional a quantidade de matéria orgânica, ou seja, quanto mais quantidade de matéria orgânica estiver presente na água, maior será o consumo de oxigênio; se a amostra possuir uma pequena quantidade de compostos orgânicos, os microrganismos decompositores utilizarão menos oxigênio para decompô-la (PEREIRA, 2004).

O lançamento de efluentes de origem orgânica provocam aumento significativo na carga da DBO<sub>5,20</sub>, podendo resultar no consumo total de oxigênio dissolvido na água, provocando o desaparecimento da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis (CETESB, 2013).

#### 2.4.2.4 Oxigênio Dissolvido (OD)

O Oxigênio Dissolvido (OD) é fundamental para todas as formas de vida aquática, inclusive para os organismos responsáveis pelo processo de autodepuração em águas naturais (PINTO, 2007). Segundo o autor, a concentração de OD na água depende de fatores como temperatura, salinidade, pressão atmosférica, atividades biológicas, características hidráulicas (presença de cachoeiras e corredeiras) e da atividade fotossintética de algas e plantas.

O monitoramento do nível de OD nas águas é de extrema importância, pois é um indicativo de poluição e depuração da matéria orgânica, além disso o consumo indevido repercute diretamente na vida aquática (CETESB, 2013).

#### 2.4.2.5 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O Potencial Hidrogeniônico (pH) influencia nos processos biológicos e químicos da água, por isso são estabelecidos limites aceitáveis de faixas de pH de acordo com o enquadramento dos corpos d'água em classes, estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 (CETESB, 2013).

As faixas de pH variam entre 0 e 14, indicando se o meio é ácido (menor que 7), básico (maior que 7) ou neutro (igual a 7), o pH ideal para a manutenção da vida aquática deve estar entre 6 e 9 (PINTO, 2007).

“A acidez no meio aquático (pH baixo) é causada principalmente pela presença de CO<sub>2</sub>, minerais e sais hidrolisados. Quando um ácido reage com a água, o íon hidrogênio é liberado, acidificando o meio [...]” (PEREIRA, 2004). Para o autor, a dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese também ocasionam variações no nível de pH.

### 2.4.3 Parâmetros biológicos

#### 2.4.3.1 Coliformes Termotolerantes

As bactérias do grupo coliformes são utilizadas como indicadoras de contaminação fecal, pois são encontradas em grande quantidade nas fezes humanas e em outros animais de sangue quente; a presença dessas bactérias na água indica poluição sanitária, sinalizando que pode haver contaminação por patógenos de veiculação hídrica, causadores de doenças como a febre tifóide, a disenteria bacilar e a cólera (BRAGA et al., 2005; CETESB, 2013).

Das bactérias que formam o grupo coliforme, a mais utilizada como indicadora de contaminação fecal é a *Escherichia coli* (BRAGA, et al., 2005), segundo o autor, os coliformes foram escolhidos como indicadores da presença de contaminação de patógenos de origem fecal na água pelos seguintes motivos:

- i. São indicadores específicos de matéria fecal e não estão presentes outros tipos de matéria orgânica;
- ii. A bactéria *Escherichia coli* se reproduz somente no intestino de animais homeotérmicos ou em meio de cultura apropriado, portanto, quando são encontradas na água significa que houve introdução de matéria fecal;
- iii. O grupo coliforme apresenta resistência a algumas características do meio (presença de luz, oxigênio e cloro), assim quando não são

encontrados coliformes, a possibilidade de existir outras bactérias de origem fecal torna-se bastante reduzida;

- iv. A caracterização e quantificação laboratorial das bactérias do grupo coliforme são feitas por métodos de cultura relativamente simples.

## 2.5 O MUNICÍPIO DE CAMAÇARI

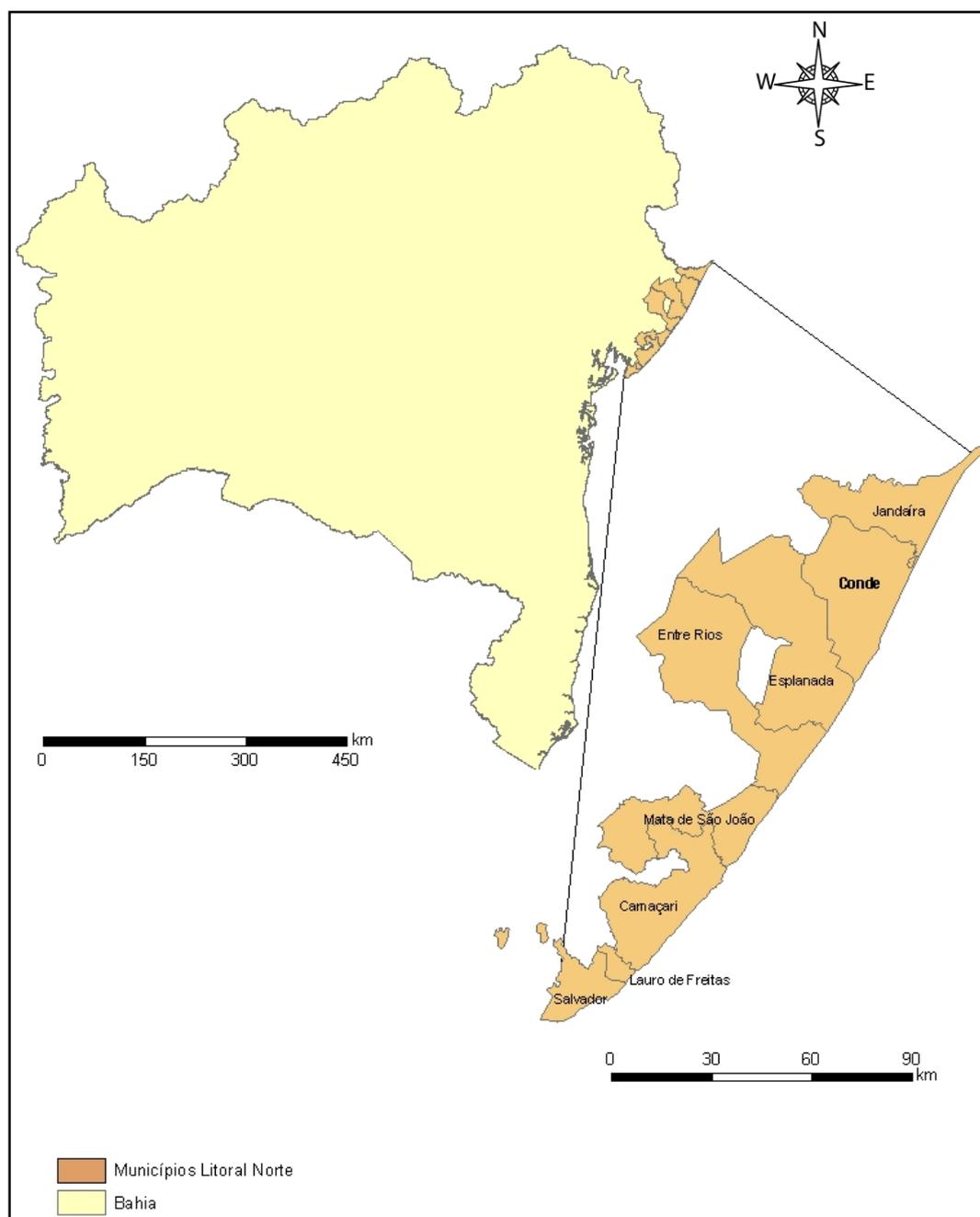
### 2.5.1 Características gerais

O município de Camaçari situa-se no Litoral Norte do Estado da Bahia (Figura 4), sendo considerado o maior município da região metropolitana de Salvador (Anexo C). Possui uma área territorial de 784, 658km<sup>2</sup> e está localizado entre as coordenadas geográficas 2° 41' 51"S e 38° 19' 27"W, a uma altura média de 36m do nível do mar (IBGE 2013). Limita-se ao norte com os municípios de Mata de São João e Dias D`Ávila; ao sul com Lauro de Freitas; a oeste com Simões Filho e a leste com o Oceano Atlântico (CAMAÇARI, 2013).

De acordo com a classificação de Köppen, o clima local é caracterizado como tropical-úmido, com temperatura média em torno de 25°C. As temperaturas mais altas são registradas entre os meses de outubro a abril, enquanto que entre os meses de junho a setembro são registradas temperaturas mais amenas; apresenta precipitação média anual entre 1500 a 1800mm/ano (MATTA, et al., 2011).

O relevo da região é formado por planícies marinhas, fluviomarinhas e pelos tabuleiros pré-litorâneos e do recôncavo (CAMAÇARI, 2013). De acordo com Neves, Couto e Brito (1997), “[...] é constituído por uma planície praticamente uniforme, composta de sedimentos com pequenas elevações costeiras e dunas de pouca altitude [...] apresenta o contorno costeiro quase linear, que não influi na intensificação ou enfraquecimento do regime diário de brisas marítimas e terrestres.”

Figura 4 – Mapa de situação e localização do município de Camaçari no Litoral Norte da Bahia.



Fonte: IBGE, 2000.

O município apresenta uma gama de recursos naturais composta de: Bacias Hidrográficas (Rio Joanes, Jacuípe e Pojuca), de água subterrânea (Aqüífero São Sebastião), Lagoas, Dunas, Manguesais, Restingas, Mata Ciliar e Mata Atlântica, e ainda é banhado pelo Oceano Atlântico. Além disso, possui uma faixa litorânea de

42 km, com um ecossistema de transição entre ambientes marinhos e continentais de grande beleza natural (CAMAÇARI, 2013).

O município integra 5 Áreas de Proteção Ambiental (APA): Joanes/Ipitanga, Rio Capivara, Litoral Norte, Plataforma Continental do Litoral Norte e Lagoas de Guarajuba (SEMA, 2013).

Além disso, destaca-se por sediar o Pólo Industrial de Camaçari, considerado o maior complexo industrial integrado do Hemisfério Sul, respondendo sozinho por 35% das exportações. Detém o maior Produto Interno Bruto (PIB) do Nordeste, em torno de 13 bilhões, sendo o PIB per capita de R\$ 51.837,56 (IBGE, 2013). Emprega cerca de 12 mil funcionários diretos e 11 mil indiretos (SILVEIRA JUNIOR, 2004).

Em relação à população, o último censo demográfico identificou que a cidade possui 242.984 habitantes, sendo que destes 120.626 homens e 122.358 mulheres; atualmente 95% da população encontram-se na área urbana e apenas 5% encontram-se na zona rural. A densidade populacional é de 309,53 habitantes por quilômetro quadrado (IBGE, 2010).

Os dados sobre escolaridade revelam que o município possui 257 estabelecimentos de ensino, destes 188 públicos. Do total da população que frequenta ou já frequentou a rede escolar 69% possuem o ensino fundamental, 22% cursaram o ensino médio e apenas 9% possuem ensino superior (IBGE, 2010). De acordo com o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB, 2011), a média educacional no município é inferior a nacional, tanto no ensino fundamental quanto no ensino médio.

### **2.5.2 Histórico do município**

A história de Camaçari começa nos primórdios da colonização, com o surgimento de uma pequena aldeia formada pelos jesuítas às margens do rio Joanes, que se instalaram no local para catequizar os índios Tupinambás que habitavam a região, a qual recebeu o nome de Aldeia do Divino Espírito Santo (IBGE, 2013).

Em 28 de setembro de 1758, Marquês de Pombal decretou a emancipação do povoado, que passou a chamar-se Vila de Nova Abrantes do Espírito Santo, ficando conhecida como Vila de Abrantes (CAMAÇARI, 2013).

Já em 1929 o governador Francisco Marques de Góes Calmon criou o distrito de Camaçari, mas somente em 1938 através do Decreto 10.724 que Camaçari foi elevado a categoria de município, sendo formado pela sede e os distritos de Vila de Abrantes, Monte Gordo e Dias D'Ávila, sendo que o último foi emancipado em 1985 (CAMAÇARI, 2013).

Nessa época, a economia local girava em torno de fazendas que criavam gado e plantavam alimentos que eram comercializados em Salvador. Devido à grande beleza local e a quantidade de água o município atraía pessoas que passavam de trem e ficavam sabendo da fama das águas medicinais, com a descoberta dessa fonte vital, Camaçari passou a ser conhecida como Estação Hidromineral de Veraneio (PARENTE, 2007).

Na década de 70, com a implantação do Pólo Petroquímico ocorreu uma grande mudança no local, pessoas de várias regiões migraram para o município com a esperança empregos e melhoria na qualidade de vida, ocasionando um crescimento populacional acelerado (PARENTE, 2007).

De acordo com dados do IBGE (2010), o senso demográfico apontou que em 10 anos houve um aumento populacional de 39,44%; (média superior a da Bahia e do Brasil), tornando-se o quarto município mais populoso do Estado.

Grande parte dos trabalhadores que migraram para esta região não possuía qualificação profissional, gerando então um grave problema social-ambiental, pois esses passaram a ocupar locais antes inabitados instalando-se em regiões periféricas e na encosta de rios, ocasionando o aumento de problemáticas ambientais existentes na região (PARENTE, 2007). Dentre elas, destaca-se o alto nível de degradação ambiental do rio Camaçari, que tem seu curso na malha urbana do município, recebendo diretamente a poluição difusa da cidade.

Segundo Quirelli, atual Secretário de Habitação do Município de Camaçari, durante muitos anos essa problemática era intensificada no período das chuvas; com isso a prefeitura através da Defesa Civil, Secretaria de Desenvolvimento Social e Secretaria de Habitação dispensavam apoio às famílias que sofriam com as cheias do Rio Camaçari. Nestas épocas as famílias eram transferidas para abrigos provisórios em escolas, estádio, creches, etc. Após o ocorrido voltavam a residir em suas casas, muitas das quais danificadas ou recuperadas pela Prefeitura. Outras

eram reassentadas em projetos habitacionais em execução pelo município (informação verbal)<sup>1</sup>.

A divulgação pelo Governo Federal do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) permitiu que o município desenvolvesse um programa de Urbanização Integrada do rio Camaçari, possibilitando a remoção de todas estas famílias e, ao mesmo tempo, executar obras estruturantes capazes de eliminar as causas destas enchentes, além de melhorar a mobilidade urbana e a qualidade ambiental do município (informação verbal)<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Depoimento concedido via E-mail por. QUIRELLI, João Bosco. **Depoimento 1**. [nov. 2010]. Entrevistador: Renata Segovia Sommer. Camaçari, 2013

<sup>2</sup> Id, 2013.

## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

#### 3.1.1 Bacia Hidrográfica do Recôncavo Norte

A Bacia Hidrográfica do Recôncavo Norte (BHRN) situa-se no Estado da Bahia, região Nordeste do País; possui uma área territorial de 18.015 km<sup>2</sup>, limita-se ao norte pela RPGA do Rio Itapicuru e a oeste pela RPGA do Rio Paraguaçu (Anexo D). É formada pelas bacias hidrográficas dos rios que em sua porção oriental deságuam no Oceano Atlântico e ao sul na Bahia de Todos os Santos (INEMA, 2013).

A RPGA do Recôncavo Norte é constituída por 46 municípios, dentre eles 29 estão inseridos totalmente nessa bacia hidrográfica. A população que habita essa área é de aproximadamente 3.742.632 habitantes (INEMA, 2013).

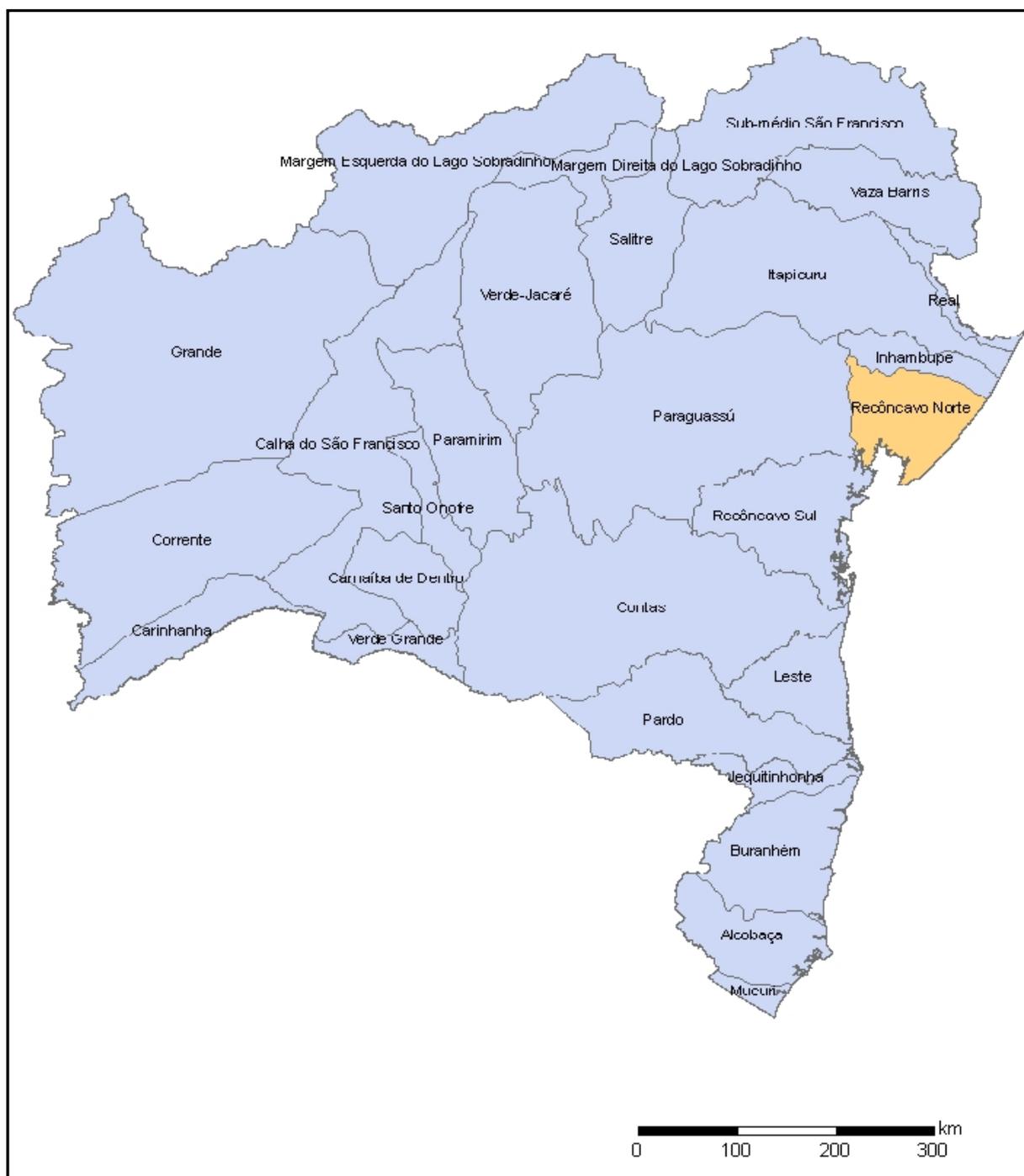
A hidrografia da BHRN tem como rios principais: Rio Subaúma, Rio Catu, Rio Sauípe, Rio Pojuca, Rio Jacuípe, Rio Joanes, Rio Subaé, Rio Açú, e dos Rios secundários da Baía de Todos os Santos e do Rio Inhambupe (INEMA, 2013).

Essa região hidrográfica caracteriza-se por possuir o aquífero São Sebastião, segundo Cruz Junior (2012) a utilização da água subterrânea na área da BHRN vem crescendo a cada dia e a tendência é aumentar nos próximos anos, não só devido ao crescimento demográfico das cidades circunvizinhas, principalmente Camaçari e Dias D'Ávila, como também pela grande demanda das indústrias instaladas nesta região, com destaque para o Pólo Petroquímico de Camaçari, um dos principais usuários deste sistema aquífero.

O clima predominante (37%) é classificado como Úmido, principalmente nas mediações do litoral, já na porção oeste da bacia ocorre uma variação entre os climas Úmido a Subúmido e Subúmido a Seco. (INEMA, 2013).

Em relação à vegetação, encontram-se remanescentes de Caatinga e espécies da Floresta Ombrófila Primária e Secundária, além de remanescentes de Mata Atlântica. A região está fortemente antropizada com grandes áreas urbanas e agrícolas (INEMA, 2013). A Figura 5 apresenta a localização geográfica da Bacia do Recôncavo Norte no Estado da Bahia.

Figura 5 – Localização geográfica da Bacia Hidrográfica do Recôncavo Norte no Estado da Bahia



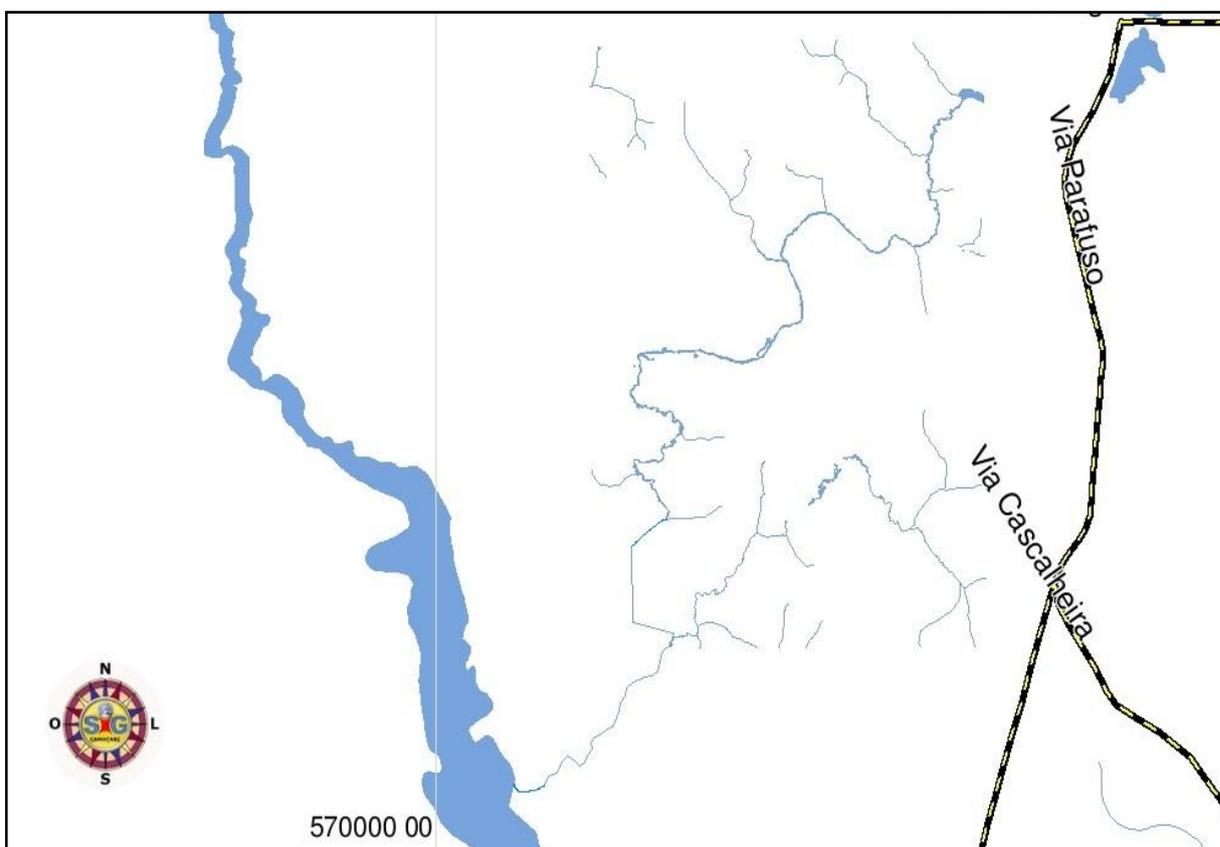
Fonte: SEMA – SEI, 2012 (Elaborado pelo autor).

### 3.1.2 Sub-bacia do rio Camaçari

A Sub-bacia do rio Camaçari (Figura 6) está localizada na Bacia do Recôncavo Norte, possui 12km de extensão e tem sua nascente situada no anel florestal do Pólo Petroquímico (Anexo E), percorrendo toda a área urbana do município (PARENTE, 2008).

O estudo dessa Sub-bacia se fortalece pelo fato do rio Camaçari ser afluente da margem esquerda do rio Joanes que constitui o principal manancial hídrico utilizado para o abastecimento da Região Metropolitana de Salvador (RMS).

Figura 6 – Sub-bacia do rio Camaçari



Fonte: Prefeitura Municipal de Camaçari (adaptado), 2013.

### 3.1.2.1 Projeto de urbanização integrada do rio Camaçari

O projeto de Urbanização Integrada do rio Camaçari (Anexo F) tem como objetivo principal a recuperação dos rios que percorrem a área urbana do município (CAMAÇARI, 2013).

De acordo com a Hydros Engenharia e Planejamento LTDA (HYDROS, 2013) empresa responsável pela execução do projeto, a revitalização não apresentará somente benefícios ambientais, mas também sociais e econômicos, uma vez que a população diretamente atingida pelas intervenções físicas será beneficiada com moradias dignas, além de áreas que serão utilizadas na educação e lazer da comunidade (Figura 7).

O projeto faz parte do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) desenvolvido pelo Governo Federal, estima-se que serão investimentos para a realização da obra um total de R\$ 273.727.916,28 que será distribuído em diferentes setores; como saneamento, projetos sociais, gerenciamento e indenização de benfeitorias (HYDROS, 2013).

Além disso, 2.792 famílias que ocupavam áreas de risco localizadas nas margens do rio Camaçari serão indenizadas ou beneficiadas com residências construídas através do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), do Governo Federal (HYDROS, 2013).

De acordo com a empresa supracitada, estão entre as principais obras de urbanização do rio Camaçari:

- i. Recuperação ambiental do morro da manteiga;
- ii. Obras de macrodrenagem;
- iii. Obras de dragagem;
- iv. Demolição de 1.736 habitações;
- v. Implantação de infraestrutura de mobilidade urbana, com ciclovias e passeios de pedestre em toda sua extensão;
- vi. Implantação de equipamentos de esporte e lazer;
- vii. Implantação de estacionamentos;
- viii. Construção de pequenas pontes para pedestres;
- ix. Adequação do sistema de esgotamento sanitário.

Paralelamente as obras de engenharia, o programa também desenvolve um Projeto de Trabalho Técnico Social (PTTS) desenvolvido pela empresa Hollus Engenharia e Meio Ambiente (Hollus, 2013) destinado ao acompanhamento integral das famílias que residiam na área de interferência direta do projeto e que foram reassentadas em moradias do PMCMV.

Com o intuito de prestar melhor assistência a comunidade, o PTTS foi dividido em quatro subprojetos:

- i. Subprojeto 1: Comunicação social, desenvolvido durante toda a implantação do projeto;
- ii. Subprojeto 2: Mobilização social das famílias, apoio a negociação e pactuação para desocupação das áreas de APP e reassentamento das famílias nos conjuntos habitacionais do PMCMV;
- iii. Subprojeto 3: Implantação das ações de mobilização da participação comunitária, educação ambiental, geração de trabalho e renda para as famílias que permanecerão na área de intervenção;
- iv. Subprojeto 4: Avaliação da pós-ocupação.

Figura 7 – Imagem ilustrativa da orla do rio Camaçari após a conclusão do projeto de urbanização integrada



Fonte: Hydros Engenharia e Planejamento LTDA, 2013.

## 3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos utilizados no presente trabalho foram baseados na metodologia universal para avaliação de bacias hidrográficas, exceto o protocolo de observação de campo que foi elaborado pelo autor, com o intuito de registrar com maior precisão as características do entorno dos pontos amostrais, bem como a realidade ambiental da região, servindo como subsídio para a discussão dos resultados.

### 3.2.1 Caracterização ambiental

Após a determinação da área de estudo, num primeiro momento foi realizado o levantamento de informações secundárias sobre o rio Camaçari, que serviu de subsídio para o reconhecimento da região. Posteriormente, o rio Camaçari foi percorrido desde sua nascente até a foz onde este se encontra com o rio Joanes, com a finalidade de observar as peculiaridades da sub-bacia e posteriormente determinar a localização dos pontos amostrais de coleta de água.

Para realizar a caracterização ambiental da área de entorno dos pontos amostrais foi utilizado um protocolo de observação de campo (Apêndice B) onde foram anotados os aspectos ambientais do local, tais como: presença antrópica, existência de erosão das margens ou assoreamento do leito do rio, presença ou ausência de mata ciliar, observação de resíduos sólidos no local, etc. Além disso, todos os pontos amostrais foram registrados através de fotografias.

### 3.2.2 Localização dos pontos de amostragem

Para realizar a análise da qualidade da água foram determinados 7 pontos amostrais dispostos ao longo do rio Camaçari (Tabela 1) os quais foram denominados P1, P2, P3, P4, P5, P6 e P7. Todos os pontos foram demarcados com o uso de equipamento de GPS (Global Position System).

Tabela 1 – Localização dos pontos amostrais de coleta de água

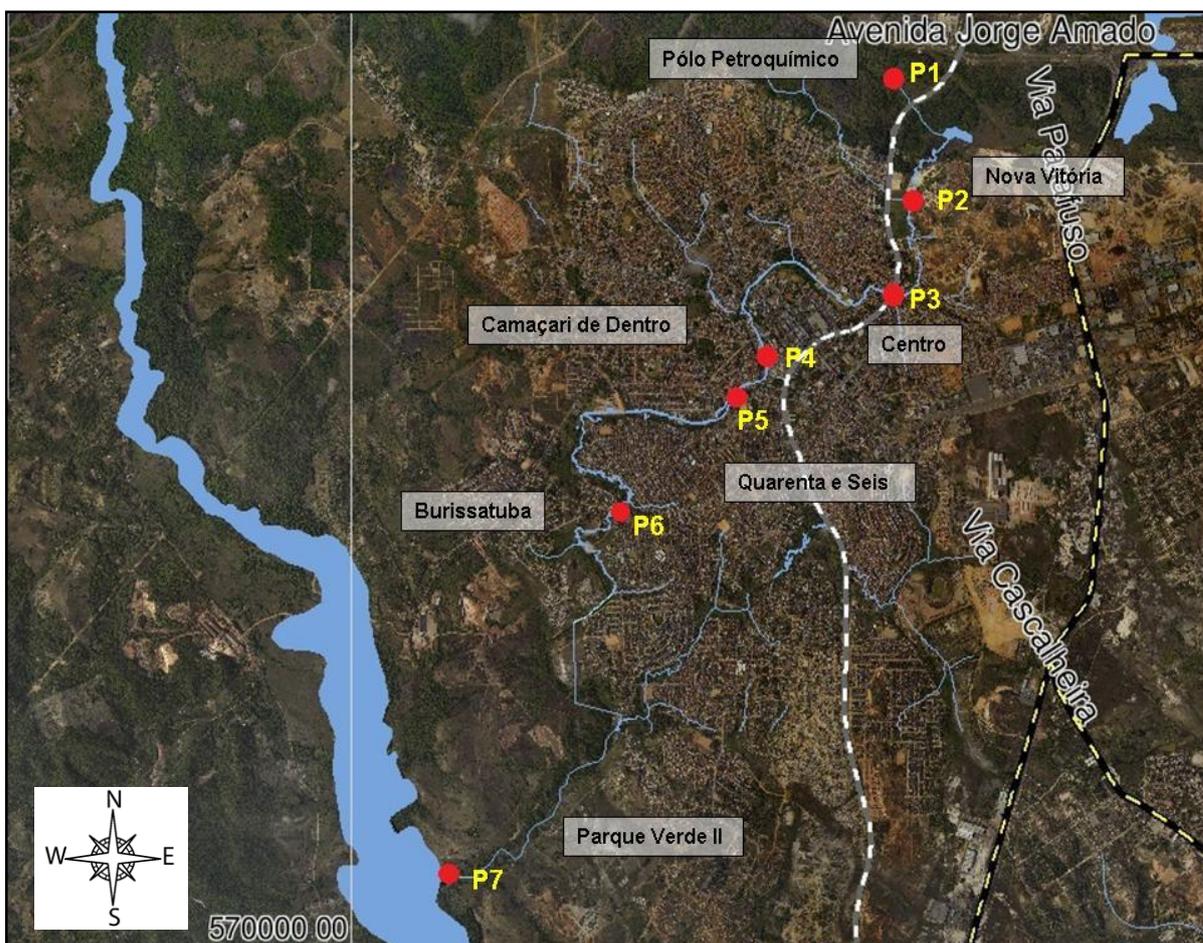
<b>Ponto</b>	<b>Localização</b>	<b>Latitude (S)</b>	<b>Longitude (O)</b>	<b>Altitude (M)</b>
P1	Avenida Perimetral	12°40'56"	38°19'14"	50
P2	Nova Vitória	12°41'59"	38°18'45"	36
P3	Centro	12°41'55"	38°19'08"	30
P4	Camaçari de Dentro	12°41'59"	38°19'43"	29
P5	Quarenta e seis	12°42'20"	38°19'48"	26
P6	Burissatuba	12°42'46"	38°20'17"	22
P7	Parque Verde II	12°44'12"	38°20'51"	17

Fonte: Dados coletados e organizados pelo autor.

Os pontos de amostragem foram definidos levando-se em consideração a existência de focos pontuais de poluição, a importância específica da avaliação de alguns locais, e ainda a acessibilidade para a realização da coleta (Figura 8).

O P1 localiza-se na nascente do rio Camaçari que está situada no anel florestal do Pólo Petroquímico; o P2 localiza-se após o primeiro conglomerado urbano do município (Bairro Nova Vitória); o P3 localiza-se no perímetro urbano central do município (Rua Natal); o P4 localiza-se entre a travessa Santa Rosa e a Rua da Ciclovía (Bairro Camaçari de Dentro); o P5 localiza-se na Avenida Rio Camaçari (Bairro dos 46); o P6 localiza-se um pouco mais afastado da região central, entre a Avenida Oeste e a Rua do Acupe (Bairro Burissatuba); e o P7 localiza-se no encontro do rio Camaçari com o rio Joanes (Bairro Parque Verde II).

Figura 8 – Mapa de situação e localização dos pontos de amostragem na Sub-bacia do rio Camaçari



Fonte: Prefeitura Municipal de Camaçari (adaptado), 2013.

### 3.2.3 Análise da qualidade da água

A determinação da qualidade da água do rio Camaçari foi realizada através de análises físico-químicas (Figura 9) e microbiológicas (Figura 10), para isso foram realizadas duas coletas de amostragens, sendo que a primeira ocorreu dia 25 de julho de 2012 no período de estiagem e a segunda no dia 14 de maio de 2013 no período chuvoso. As amostragens foram coletadas no primeiro horário da manhã, período do dia que ocorre menor interferência da temperatura.

Foram analisados os seguintes parâmetros de qualidade de água (Tabela 2):

- Análises *In situ*: Temperatura do ar, Temperatura da água, Potencial Hidrogeniônico (pH) e Oxigênio Dissolvido (OD);

- Análises *Ex situ*: Turbidez, Condutividade, Sólidos Totais, Salinidade, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Coliformes Totais e Termotolerantes.

As amostras foram coletadas manualmente em recipientes estéreis fornecidos pelos laboratórios (Figura 9), posteriormente para melhor conservação foram acondicionadas em caixa térmica de transporte e cobertas com gelo.

Tabela 2 – Instrumentos utilizados para realização das análises

Parâmetro	Instrumento / Modelo / Marca
Temperatura da água	Oxímetro / HI 9146 / Hanna
Temperatura do ar	Termômetro digital / MT-401 <sup>a</sup> / Minipa
Potencial Hidrogeniônico (pH)	pH-metro digital / inoLab pH level 1 / WTW
Oxigênio Dissolvido (OD)	Oxímetro / HI 9146 / Hanna
Turbidez	Turbidímetro / Turbiquant 1500T / Merck
Condutividade	Condutivímetro digital / inoLab cond level 1 / WTW
Sólidos Totais	Condutivímetro digital / inoLab / WTW
Salinidade	Condutivímetro digital / inoLab / WTW

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

Todos os parâmetros foram analisados segundo a metodologia do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMEWW, 2005). As análises bacteriológicas de Coliformes Totais foram realizadas através da Técnica dos Tubos Múltiplos, seguindo o protocolo de águas não tratadas adaptado pelo LEMA.

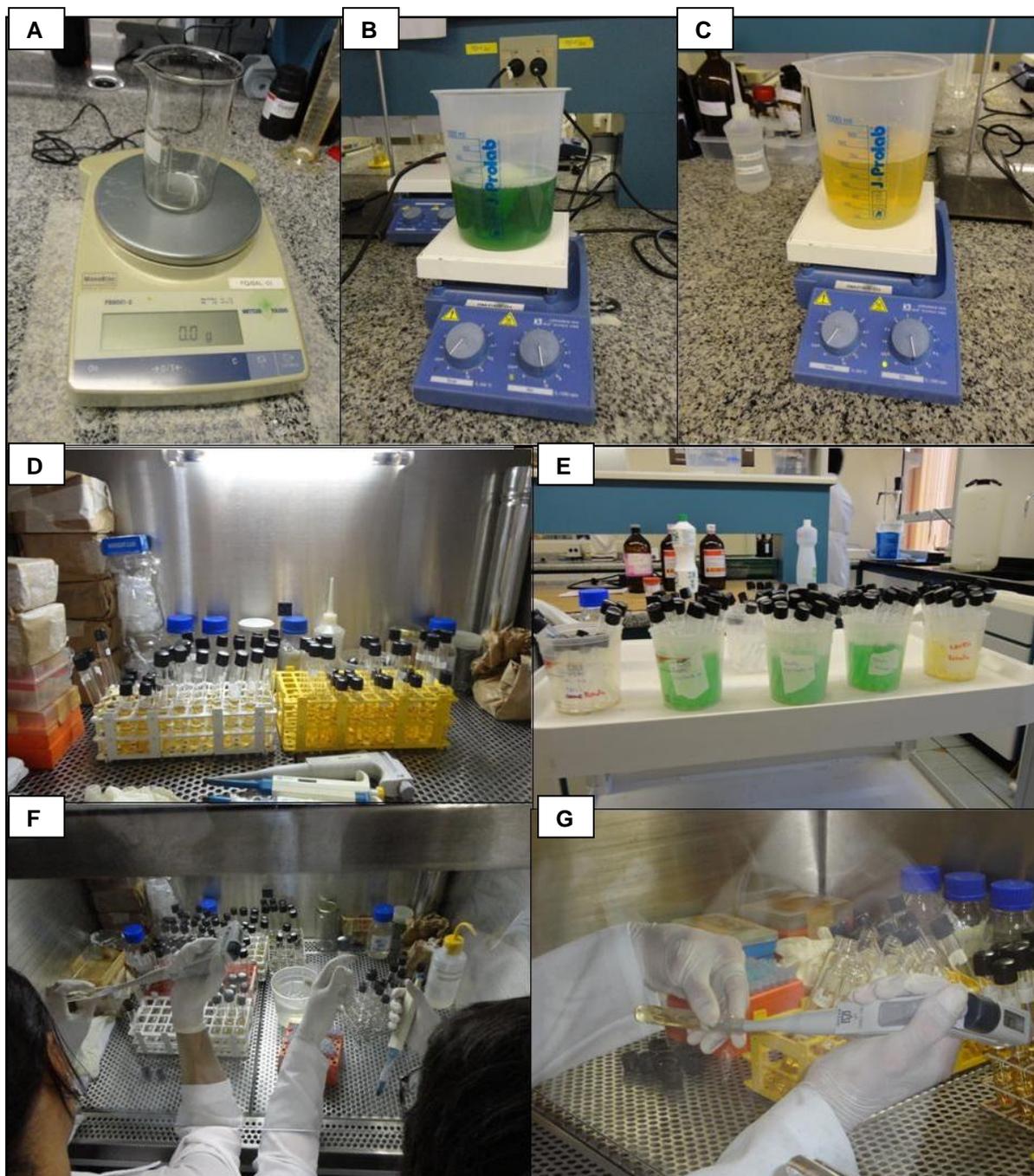
Figura 9 – Análises físico-químicas da água



Fonte: Acervo fotográfico do autor. A) Recipiente esterilizado utilizado para coletar amostragem para análise de DBO; B) Saco estéril utilizado para coletar amostra de água para parâmetros analisados no LEMA; C) Análise de Oxigênio Dissolvido e Temperatura da água; D) Análise do pH; E) Análise laboratorial da turbidez; F) Análise laboratorial da salinidade, condutividade e sólidos totais.

Os parâmetros Turbidez, Condutividade, Sólidos Totais, Salinidade e Coliformes Totais foram analisados no Laboratório de Estudos e Meio Ambiente (LEMA) da Universidade Católica de Salvador (UCSal), as análises de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) foram realizadas na Corplab Brasil Serviços Analíticos Ambientais Ltda. Os resultados foram comparados com os limites máximos permitidos para cada parâmetro estabelecidos na Resolução CONAMA 357/2005. As análises estatísticas foram realizadas com o programa Statistica Soft V.7.

Figura 10 – Análises bacteriológicas de Coliformes Totais e Termotolerantes



Fonte: Acervo fotográfico do autor. A) Pesagem dos meios de cultura; B e C) Preparo dos meios de cultura; D) Esterilização dos meios e equipamentos em autoclave; E) Meios de cultura prontos; F e G) Inoculação das amostras.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DA SUB-BACIA DO RIO CAMAÇARI

Sabe-se que a forma de uso e ocupação do solo influencia diretamente na qualidade ambiental da bacia hidrográfica. Por isso, durante as saídas de campo realizadas na Sub-bacia do rio Camaçari foram observadas, fotografadas e registradas no protocolo de observação as características ambientais de entorno dos 7 pontos de coleta de amostras de água, as quais serão descritas a seguir.

#### 4.1.1 Ponto 1

O primeiro ponto de coleta localiza-se na nascente do rio Camaçari (Figura 11), situada no anel florestal, também conhecido como cinturão verde do Pólo Petroquímico. De acordo com Oliveira (2004), o Complexo Industrial de Camaçari foi o primeiro no Brasil a ser projetado com preocupações voltadas à proteção e conservação ambiental. O cinturão verde foi criado com o objetivo de manter uma distância segura entre a comunidade e as instalações industriais, além de minimizar os impactos ambientais na região que circunda o Complexo Industrial Municipal.

Nesse ponto a mata ciliar encontra-se conservada e bastante densa, inclusive dificultando o acesso a nascente. Ao pesquisar a região, Fonseca (2004) diz que a flora local é composta por espécies de pinheiros, eucaliptos, cajueiros, mangabeiras, mangueiras e goiabeiras.

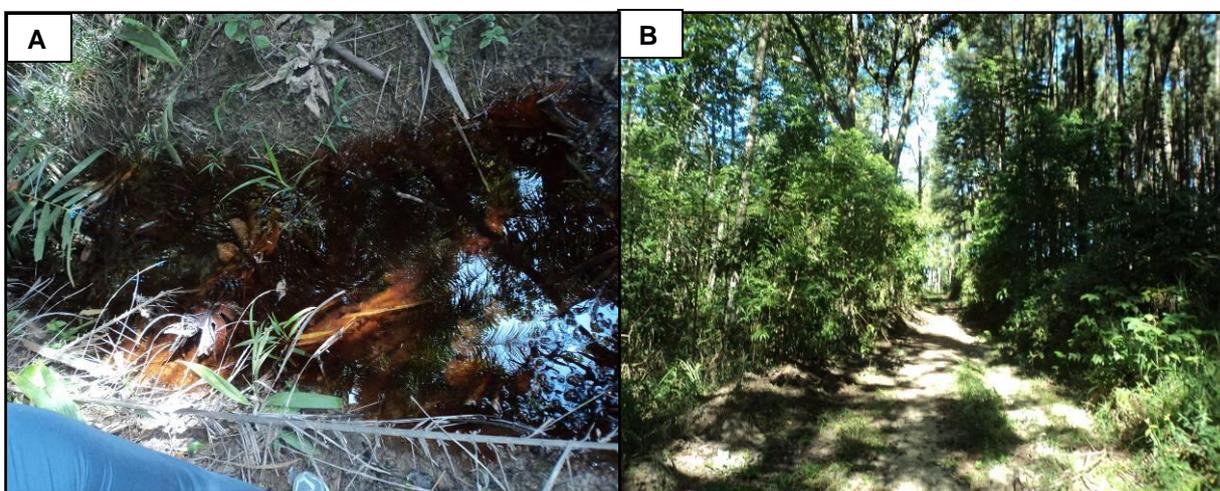
Segundo o mesmo autor, apesar de não ser originária do reflorestamento, a Floresta Ombrófila Densa também se faz presente com indivíduos de pequeno e médio porte, além das plantas arbustivas. A facilidade de adaptação dessas espécies em locais quentes, úmidos e com alto índice pluviométricos justificam a existência desse tipo de floresta na região.

O fato da nascente aflorar numa região que possui mata ciliar exercendo função de proteção ao curso de água contribuiu para que não fossem observados focos de erosão ou assoreamento no local.

A água apresentava coloração clara e com odores ausentes, notou-se a presença de materiais em suspensão originários da decomposição biológica natural de folhas.

Em relação ao ambiente, observou-se somente um diferencial entre a primeira e a segunda coleta de amostragens, no que tange a caracterização do solo; pois na segunda coleta estava bastante saturado ocasionando o aumento das áreas úmidas. Essa variação é” facilmente explicada pelo fato da segunda coleta ter ocorrido após um 15 dias de chuvas intensas na região.

Figura 11 – Primeiro ponto amostral, nascente da Sub-bacia do Rio Camaçari.



Fonte: Acervo fotográfico do autor. A) Nascente do rio Camaçari; B) Vegetação arbórea do cinturão verde do Pólo Petroquímico.

#### 4.1.2 Ponto 2

O Ponto 2 localiza-se após o primeira área residencial, no perímetro urbano do município (Figura 12). Nesse ponto notou-se que já ocorreu a supressão total da mata ciliar a qual deu lugar a casas de alvenaria. Com a ausência de vegetação, torna-se evidente a presença de erosão e assoreamento nas margens do rio que são cobertas apenas por uma vegetação rasteira.

As características da água diferem totalmente da encontrada na região da nascente, nesse ponto a água apresenta coloração escura e com odor fétido

característico de esgotos. É possível observar o lançamento de efluentes in natura diretamente no leito do rio através de tubulações que saem das residências.

O lançamento de esgotos domésticos sem tratamento prévio é responsável por grande parte da carga poluidora dos mananciais de água especialmente nos grandes centros onde os rios urbanos recebem cargas elevadas desse tipo de efluente. Silva [201-] explica que essa situação se agrava pelo fato do Brasil possuir uma parcela elevada de municípios que não dispõe de sistema de esgotamento sanitário.

Outro fator observado no local foi o descarte inadequado de resíduos domésticos dispostos nas margens do rio (sacolas plásticas com lixo orgânico e garrafas PET) e depósito de materiais da construção civil (areia e tijolos). Esses materiais são facilmente carregados para o leito do rio, tornando-se um grande problema na estação das chuvas, pois ocasionam o entupimento nas galerias pluviais contribuindo para o aumento das enchentes.

Figura 12 – Segundo ponto amostral, Bairro Nova Vitória.



Fonte: Acervo fotográfico do autor. A) Residências construídas próximas às margens do Rio; B) Depósito de materiais da construção civil

#### 4.1.3 Ponto 3

O Ponto 3 está localizado na rua Natal, próximo a zona central do município, nela funcionam escolas públicas e particulares, além de ser a região do comércio lojista (Figura 13).

O cenário ambiental é bastante semelhante ao descrito no ponto anterior, a mata ciliar encontra-se totalmente suprimida, dando origem a grandes focos erosivos que contribuem para o assoreamento do leito do rio. Conforme explica Guerra (1995 apud Abdon 2004), o processo de assoreamento está intimamente relacionado com a erosão de uma bacia hidrográfica, já que é através dela que são fornecidos os materiais que dão origem ao assoreamento. Como o rio Camaçari possui um pequeno volume de água, não há energia hídrica suficiente para transportar esse material, que acaba sendo depositado no seu leito.

Verificou-se no P3 que as residências foram construídas bastante próximas ao leito do rio, a água apresenta coloração escura e o lançamento de efluentes in natura causa forte odor característico no local.

Figura 13 – Terceiro ponto amostral, Bairro Natal.



Fonte: Acervo pessoal do autor. A e B) Focos de erosão e assoreamento no leito do Rio.

#### 4.1.4 Ponto 4

O Ponto 4 situa-se na Rua da Ciclovía, Bairro Camaçari de Dentro (Figura 14). Ainda localizado na região central do município, tem como referência o prédio onde funciona o Serviço de Atendimento ao Consumidor (SAC).

Assim como em todos os pontos situados na área central do município, foi verificada a ausência total da mata ciliar. A presença antrópica é fortemente

evidenciada nesse ponto, destacando-se o elevado número de habitações construídas em ruelas muito próximas as margens do rio.

Vaeza et al. (2010) destaca que o adensamento populacional nos centros urbanos, em especial nas regiões próximas a rios, interfere diretamente na qualidade do ambiente, pois as áreas impermeabilizadas tornam-se mais extensas, diminuindo a capacidade de infiltração da água no solo e aumentando do volume e intensidade do escoamento superficial.

Com o aumento do número de moradias, cresce também a quantidade de efluentes lançados in natura no leito do rio, nitidamente observável pela quantidade de tubulações expostas que saem das residências. A disposição inadequada de esgotos domésticos sem tratamento prévio além de ser a principal fonte de poluição dos mananciais urbanos constitui um grave problema de saúde pública, já que existem inúmeras doenças de veiculação hídrica. Segundo Daltro Filho (2005 apud Netto et al. 2007) a única maneira de minimizar ou erradicar doenças sanitárias é através de ações de saúde pública e a implantação de obras de engenharia de saneamento.

Figura 14 – Quarto ponto amostral, Bairro Camaçari de Dentro.



Fonte: Acervo pessoal do autor. A) Tubulações expostas que conduzem efluentes das residências ao leito do Rio Camaçari; B) Habitações construídas nas margens e ponte por onde passam carros e moradores do local.

#### 4.1.5 Ponto 5

O Ponto 5 situa-se na Avenida Rio Camaçari, Bairro dos 46 (Figura 15). No local já ocorreu a supressão total da mata ciliar, cedendo espaço para construção de habitações construídas próximas as margens do rio.

Segundo Tucci e Mendes (2006), nas bacias hidrográficas que não possuem cobertura vegetal e que apresentam solos compactados, característicos de áreas urbanizadas, acontece uma diminuição significativa na capacidade de infiltração da água, originando o aumento do escoamento superficial.

A afirmativa dos autores supracitados torna-se evidente no P5 através da presença de bancos de areia no leito do rio, provavelmente causados pelos sedimentos originários da erosão do solo a montante que posteriormente são carregados pela água das chuvas.

Assim como nos pontos anteriores, o lançamento de efluentes in natura se faz presente, as tubulações que saem das residências estão expostas. Também foram observadas galerias que canalizam o escoamento superficial proveniente da água de precipitação diretamente no leito do rio; assim como grande quantidade de resíduos sólidos dispostos em ambas as margens.

Figura 15 – Quinto ponto amostral, Bairro dos 46.



Fonte: Acervo pessoal do autor. A) Presença de galeria pluvial; B) Resíduos sólidos dispostos na margem do rio.

#### 4.1.6 Ponto 6

O Ponto 6 situa-se entre a Avenida Oeste e a Rua do Acupe, Bairro Burissatuba (Figura 16) Ainda localizado no perímetro urbano do Município, porém um pouco mais afastado da região central.

A vegetação ciliar foi totalmente suprimida, facilitando o processo erosivo das margens e o assoreamento, foi possível observar bancos de areia com acúmulo de resíduos (sacolas, pneus, garrafas plásticas e latas de refrigerante) no leito do rio.

Apesar da água apresentar coloração escura e odores fortes, que evidenciam a poluição e contaminação por esgotos domésticos, foram observados cavalos bebendo água no local, tornando-se evidente que mesmo com péssimas condições sanitárias, o rio é utilizado para dessedentação animal.

Em relação à ocupação antrópica, a situação é bastante semelhante aos pontos anteriores, porém as residências são construídas um pouco mais afastadas das margens.

Figura 16 – Sexto ponto amostral, Bairro Burissatuba.



Fonte: Acervo pessoal do autor. A) Supressão da vegetação ciliar, moradias mais afastadas das margens; B) Assoreamento no leito do Rio.

#### 4.1.7 Ponto 7

O Ponto 7 está localizado na região de encontro dos rios Camaçari e Joanes (Figura 17). O rio Camaçari é um afluente da margem esquerda do rio Joanes, que é

uma Área de Preservação Ambiental (APA) responsável por 40% do abastecimento de água da Região Metropolitana de Salvador (SEMA, 2013).

No P7 a mata ciliar encontra-se bastante densa na margem do Rio Joanes, já no Rio Camaçari apresenta-se mais reduzida e afastada das margens que são cobertas por vegetação rasteira (gramíneas).

Por estar mais distante da cidade, a área residencial encontra-se afastada do local de amostragem, porém durante o percurso da localidade foram avistados montantes de resíduos sólidos caracterizando poluição difusa originária da área urbana, que foram carregados pela ação das chuvas, ficando presos na vegetação ou ainda formando grandes depósitos nas margens do Rio.

Verificou-se a presença de focos erosivos nas margens do rio Camaçari, porém com menor intensidade em relação aos pontos anteriores. É possível observar com muita facilidade a diferença de coloração da água proveniente do rio Camaçari e do rio Joanes, pois o primeiro apresenta coloração escura com aparência de barro, já o segundo tem suas águas em tom mais claro.

Durante a segunda coleta, foi observado um fator no P7 que diferenciou as características do ambiente em relação à primeira. Como a segunda coleta foi realizada num período de chuvas intensas, o leito de inundação (ou leito maior) do Rio Camaçari encontrava-se cheio, tornando o acesso ao local mais difícil.

Figura 17 – Sétimo ponto amostral, Bairro Parque Verde II.



Fonte: Acervo pessoal do autor. A) Encontro do rio Camaçari com o rio Joanes; B) Resíduos acumulados nas margens do rio Camaçari.

## 4.2 ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA

A Resolução CONAMA 357/2005 “[...] dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.” (Anexo G)

Segundo a resolução supracitada, as águas doces do Território Nacional são classificadas em cinco classes, que são estabelecidas de acordo com o uso preponderante do corpo hídrico.

A Sub-bacia do rio Camaçari classifica-se como Classe 3, pois sua água pode ser destinada ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; pesca amadora; recreação de contato secundário e dessedentação de animais.

Os resultados das análises dos parâmetros físicos, químicos e biológicos correspondentes as duas amostragens realizadas na Sub-bacia do rio Camaçari serão apresentados individualmente, porém os mesmos podem ser encontrados de forma compilada no Apêndice A.

### 4.2.1 Temperatura

A Temperatura do ar e da água foram verificadas no horário e local da coleta de amostragens. Para temperatura do ar (Figura 18), pode-se observar que a mínima registrada foi de 28°C e a máxima foi de 38°C; em relação a Temperatura da água (Figura 19), a mínima e a máxima variaram entre 23,6°C e 30,6°C respectivamente.

Ao analisar as Figuras 19 e 20 foi possível observar que a temperatura ambiente exerce influência direta sobre a temperatura aquática; em ambas as coletas os menores valores dessa variável foram registrados em P1. Tal fato pode ser explicado devido à presença da mata ciliar existente no local. Em função disso, Lima (2010) diz que a redução da temperatura em áreas de mata ocorre pelo sombreamento que estas ocasionam no corpo hídrico, ocasionando alterações principalmente em rios pequenos e com pouco volume de água.

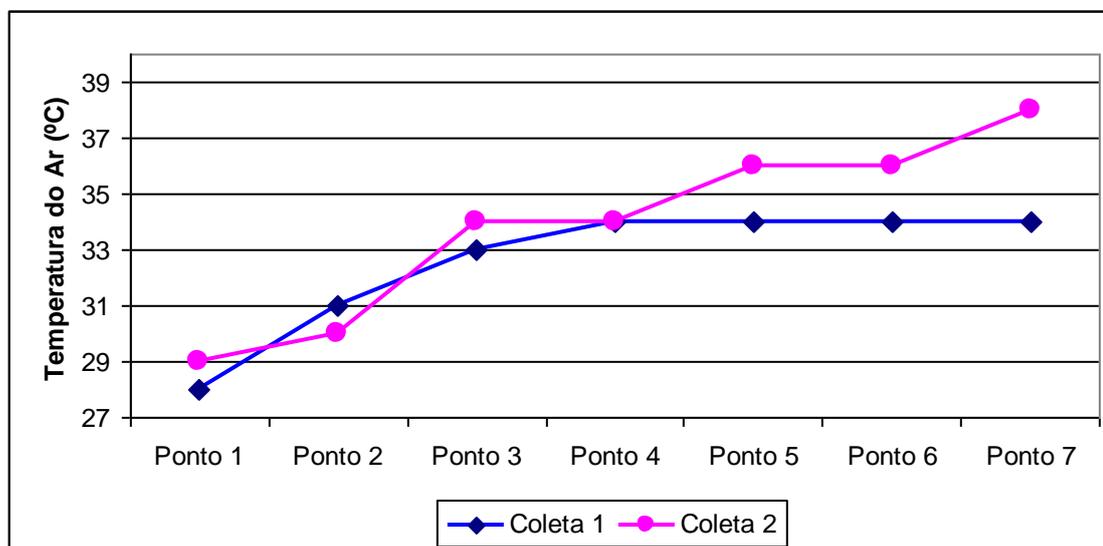
Os maiores valores encontrados para temperatura da água foram registrados nos pontos que estão situados na área central do município (P2, P3, P4 e P5), essa

região encontra-se fortemente antropizada e já ocorreu a supressão total da mata ciliar. A temperatura do ar também se encontrava mais elevada nos referidos pontos, segundo Tucci e Mendes (2006) é comum o aumento da temperatura da água em rios que cortam os grandes centros urbanos, pois nesses locais ocorre o predomínio do concreto e do asfalto, resultando em grandes áreas impermeabilizadas que absorvem a radiação solar formando verdadeiras ilhas de calor. O lançamento de efluentes domésticos também interfere na temperatura da água.

Os últimos pontos analisados (P6 e P7) localizam-se mais distantes da área central do município, assim entendemos que esse afastamento colaborou para a redução da temperatura da água, principalmente no P7 onde existe já se encontram remanescentes de vegetação ciliar e a profundidade do rio é maior.

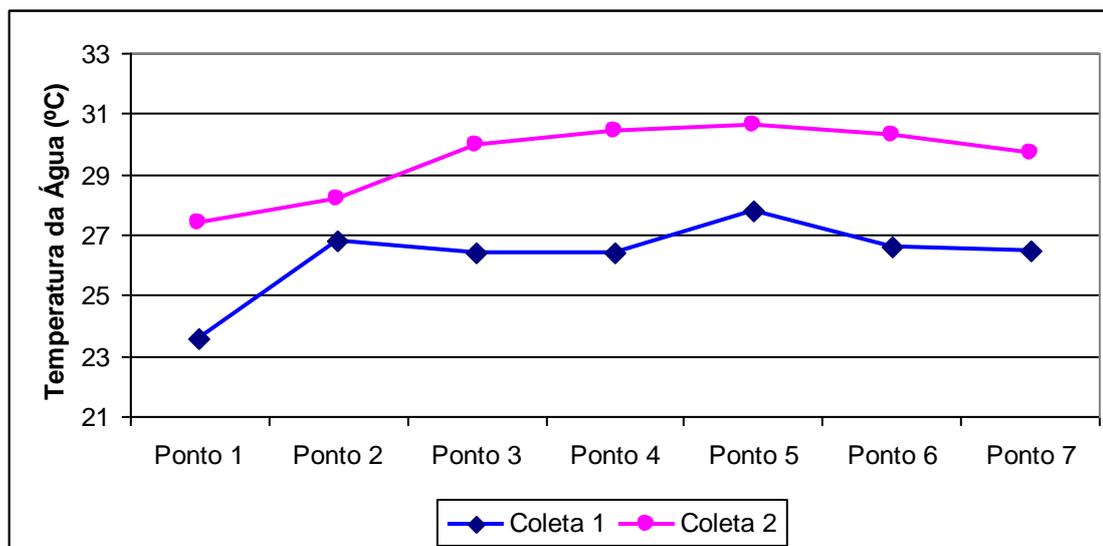
A Resolução CONAMA 357/2005 não estabelece limites máximos de temperatura para classificação dos corpos hídricos, no entanto determina que em caso de lançamento de efluentes a temperatura da água não deve exceder a 40°C.

Figura 18 – Temperatura do ar



Fonte: Dados coletados e organizados pelo autor.

Figura 19 – Temperatura da água



Fonte: Dados coletados e organizados pelo autor.

#### 4.2.2 Sólidos Totais

Ao analisar os resultados encontrados para sólidos totais (Figura 20) observou-se que a concentração dessa variável é relativamente alta em todos os pontos amostrais, sendo que o menor valor encontrado foi no P1, onde as análises apontaram 1354mg/L. A alta concentração de sólidos na região da nascente pode estar relacionada com materiais orgânicos em suspensão observados durante a coleta, produtos da decomposição biológica natural.

A maior concentração de sólidos totais foi encontrada no P4, totalizando 1913mg/L, ao observar os resultados encontrados na 1ª coleta nota-se que a medida que o rio Camaçari adentra a cidade ocorre um aumento significativo no volume dos sólidos, que podem ser originários da grande quantidade de efluentes in natura lançados no leito do rio.

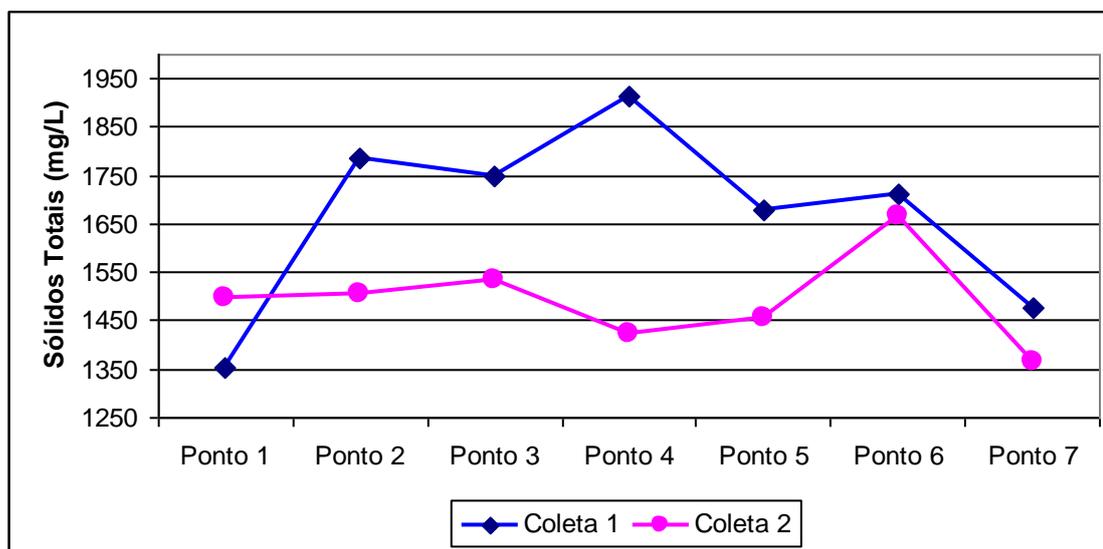
Já na 2ª coleta apesar dos resultados ainda sinalizarem alta concentração dessa variável, percebe-se que ocorreu uma redução do nível de sólidos, principalmente nos pontos que recebem maior descarga de efluentes domésticos (P2, P3, P4 e P5). Essa redução pode ter acontecido devido a coleta das amostras terem ocorrido após um longo período chuvoso, resultando no aumento da lâmina d'água e conseqüentemente, na diluição da alta concentração dos efluentes presentes no leito do rio, que provavelmente tenham sido carregados pela água das

chuvas. No P7, que se localiza mais afastado da área urbanizada, essa redução foi observada nas duas coletas.

Tais informações corroboram com o exposto por Tucci e Mendes (2006) quando ressaltam que é comum o aumento de sedimentos nas bacias hidrográficas que estão inseridas em regiões com elevada densidade populacional, e que a produção de sólidos pode ser ocasionada pela limpeza de terrenos, escoamento superficial, erosão, entre outros. Os mesmos autores afirmam que as principais consequências ambientais resultantes da produção de sólidos em excesso estão relacionadas com assoreamento, redução da capacidade de escoamento dos rios e transporte de poluentes agregados ao sedimento, resultando na contaminação da água.

A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece que nas águas doces classificadas como Classe 3 os resíduos sólidos devem estar virtualmente ausentes. No entanto, é possível observar grande quantidade de partículas sólidas na água do rio Camaçari, portanto os resultados encontrados estão em desacordo com o estabelecido pela resolução supracitada.

Figura 20 – Sólidos Totais



Fonte: Dados coletados e organizados pelo autor.

### 4.2.3 Turbidez

O parâmetro turbidez é um importante indicativo de qualidade de água, pois este influencia diretamente na vida aquática. As análises laboratoriais apontaram que houve uma variação considerável de turbidez entre 7 pontos amostrais (Figura 21).

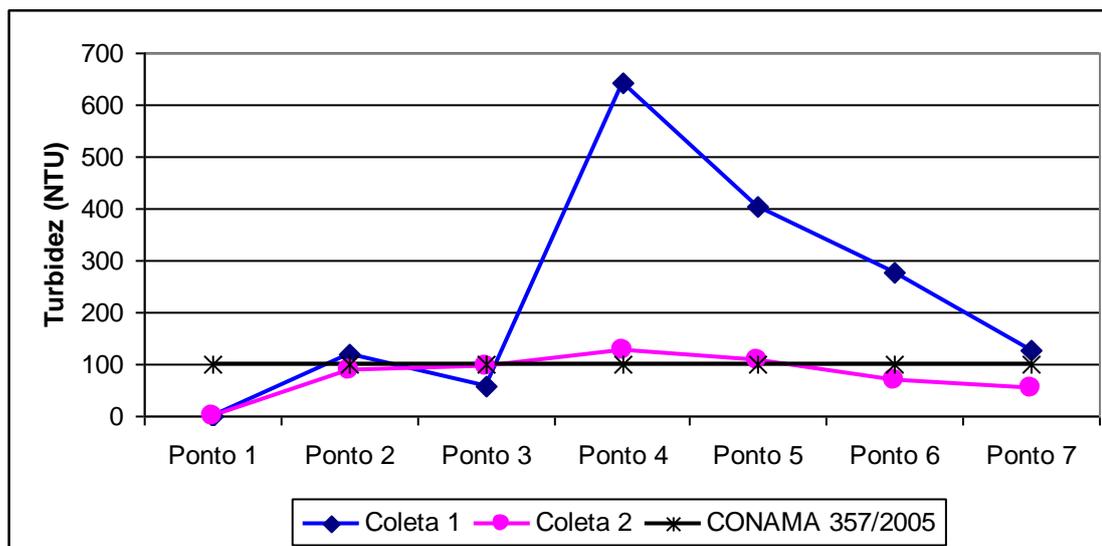
Os valores mais baixos foram registrados no P1, tanto na 1<sup>o</sup> quanto na 2<sup>o</sup> coleta apontando 1,80UNT e 1,50UNT, respectivamente. É possível observar que os valores mais elevados de turbidez foram verificados 1<sup>o</sup> coleta, destacando-se o P4 com 641UNT.

Na 2<sup>o</sup> coleta, houve uma redução significativa na turbidez da água, sendo que o máximo encontrado para o parâmetro foi de 126NTU, no P4. A turbidez pode ter origem em substâncias orgânicas e inorgânicas, como partículas de rochas dissolvidas na água, microrganismos ou pode ainda ser ocasionada pelas ações antrópicas, tais como o lançamento de efluentes domésticos e industriais (CETESB, 2013).

Desse modo, pode-se afirmar que os resultados encontrados para turbidez estão em acordo com os obtidos para sólidos totais, já que ambos apresentaram redução na 2<sup>o</sup> coleta. O fato do P4 estar localizado numa região fortemente antropizada e que recebe grande quantidade de efluentes domésticos explica o valor elevado de turbidez na amostra coletada nesse local.

Segundo a Resolução CONAMA 357/2005, o limite máximo permitido para turbidez é de 100UNT. Dessa forma, conclui-se que na 1<sup>o</sup> coleta apenas os resultados obtidos para P1 e P3 estavam em acordo com os limites máximos estabelecidos pela resolução; já na 2<sup>o</sup> coleta de amostragens verificou-se que P1, P2, P3, P6 e P7 obedeceram os limites citados anteriormente.

Figura 21 – Turbidez da água



Fonte: Dados coletados e organizados pelo autor.

#### 4.2.4 Salinidade

A salinidade está relacionada com a quantidade de sais que se encontram dissolvidos na água. Após a análise do parâmetro (Figura 22), os resultados apontaram que na 1ª coleta a água do rio Camaçari possuía um teor mais elevado de salinidade, sendo que o maior valor encontrado foi no P4, totalizando 1,3‰.

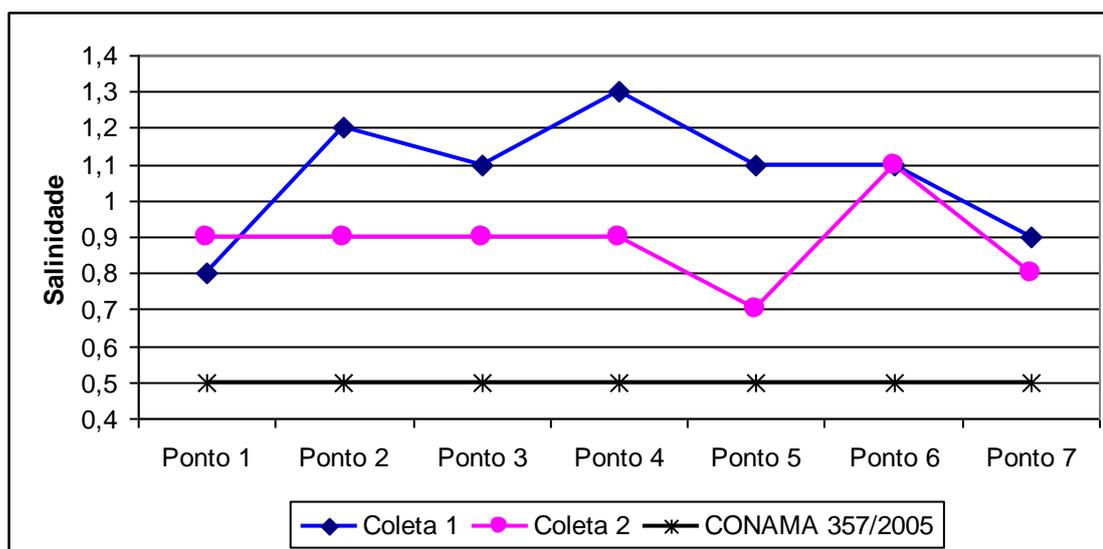
Já na 2ª coleta, apenas P6 apresentou um valor elevado de salinidade, igualando-se ao resultado da 1ª amostragem, que foi de 1,1‰. Para P1, P2, P3 e P4 as análises demonstraram salinidade equivalente a 0,9‰, resultado semelhante ao encontrado em P7 que foi de 0,8‰.

Existem diversos fatores que interferem na salinidade da água, Braga et al. (2005) explica que é comum a elevação da salinidade em épocas de estiagem devido ao aumento da evaporação, além disso os corpos hídricos que recebem descargas de efluentes domésticos e industriais tendem a apresentar teores mais elevados de sais dissolvidos.

Podemos inferir com o autor que o fato do rio Camaçari apresentar uma maior salinidade na 1ª coleta pode ser associado ao longo período de seca anterior a coleta de amostragens; da mesma forma que a redução após a 2ª coleta pode estar relacionada a precipitação que ocorreu nos dias anteriores a mesma.

A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece que as águas doces devem apresentar salinidade igual ou inferior a 0,5‰, portanto todos os pontos analisados apresentaram resultados superiores ao limite máximo permitido pela resolução.

Figura 22 – Salinidade da água



Fonte: Dados coletados e organizados pelo autor.

#### 4.2.5 Condutividade elétrica

A determinação da condutividade permite avaliar a capacidade da água conduzir corrente elétrica, quanto maior for o teor de íons dissolvidos maior será a corrente e, conseqüentemente a condutividade.

A análise do parâmetro apontou uma variação intensa de condutividade elétrica nos 7 pontos amostrais (Figura 23), sendo que na 1ª coleta os valores mais baixos foram encontrados em P1 e P7, 1798µS/cm e 1954µS/cm, respectivamente. A elevação dos resultados acontece a medida que o rio Camaçari adentra a área urbana do município, sendo que o maior valor foi registrado em P4 com 2500µS/cm.

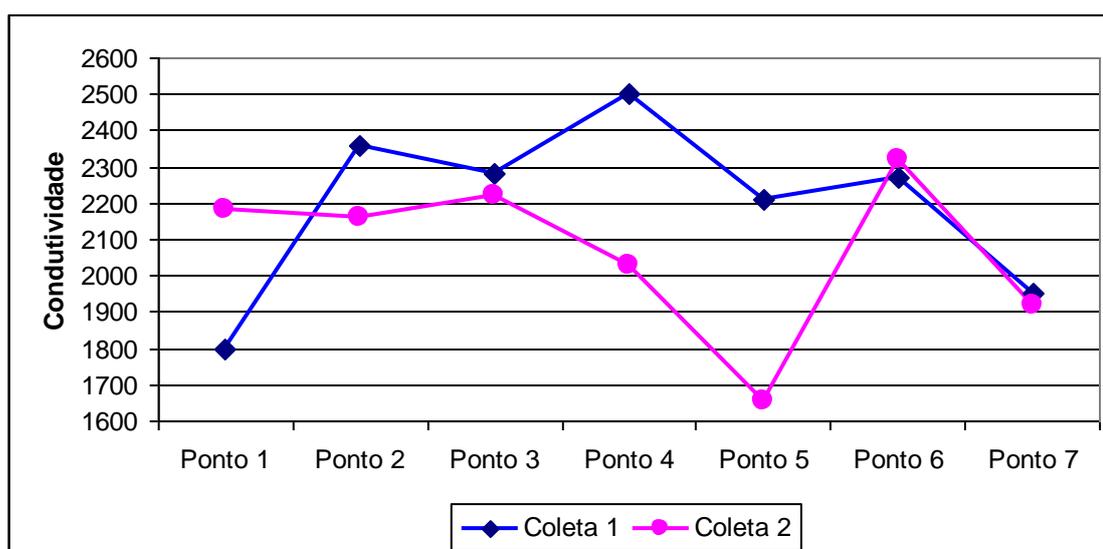
Já na 2ª coleta percebeu-se uma redução da condutividade, exceto em P1 que registrou 2118 µS/cm, ultrapassando o valor encontrado para o ponto na coleta anterior. O menor valor registrado foi no P5, com 1654µS/cm.

A condutividade elétrica varia de acordo com o teor de sólidos dissolvidos na água, assim entende-se que os resultados encontrados para o parâmetro na água do rio Camaçari segue o mesmo padrão de comportamento dos sólidos totais.

Traçando um comparativo entre essas variáveis, percebeu-se que os pontos que apresentaram uma condutividade elétrica mais elevada foram os mesmos onde ocorreu maior concentração de sólidos totais; assim como também ocorreu essa compatibilidade nos pontos que apresentaram os menores resultados, tanto na 1ª quanto na 2ª coleta.

A Resolução CONAMA 357/2005 não menciona o referido parâmetro em seu texto, porém este é constantemente utilizado como indicativo de lançamento de efluentes, tornando sua determinação significativa na avaliação qualidade da água.

Figura 23 – Condutividade elétrica



Fonte: Dados coletados e organizados pelo autor.

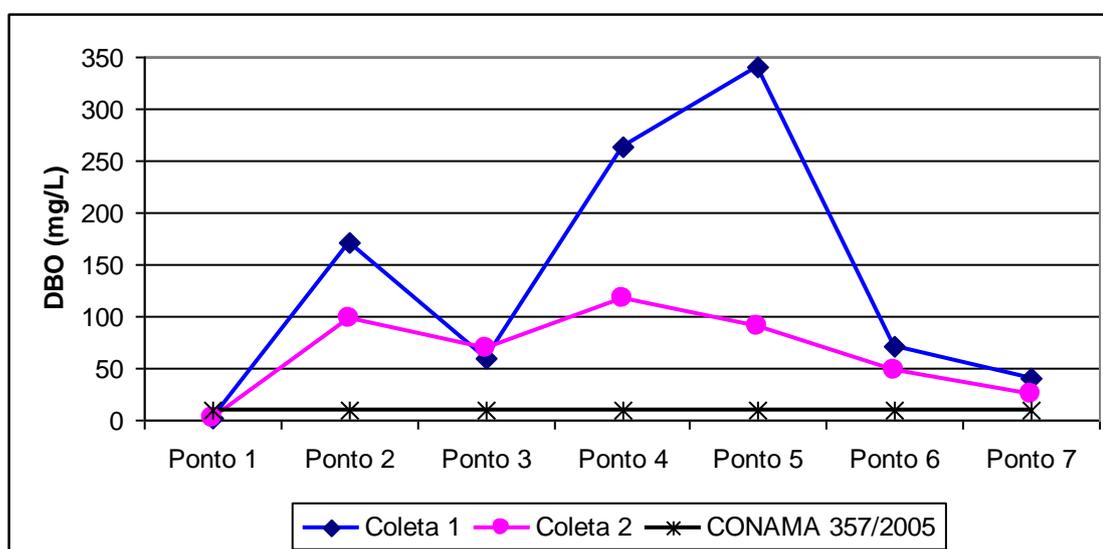
#### 4.2.6 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A análise da DBO<sub>5,20</sub> expressa a quantidade de oxigênio consumida pelos microrganismos aeróbios para estabilizar a matéria orgânica presente em uma amostra, portanto sua análise é fundamental para a determinação da qualidade da água de um rio.

Os resultados apresentados para a carga de DBO<sub>5,20</sub> (Figura 24) revelaram que o menor consumo de oxigênio ocorreu no P1, com 2,0mg/LO<sub>2</sub>, tanto na primeira quanto na segunda coleta. Em P2, P4 e P5 pode-se observar um aumento da matéria orgânica presente na água, pois estes pontos apresentaram valores elevados de DBO<sub>5,20</sub>, tanto na primeira quanto na segunda amostragem. Em P3 ocorreu novamente uma redução da DBO, mesmo o ponto sendo na área urbana do município, provavelmente pelo fato da água ter sido coletada um pouco mais distante da descarga dos efluentes. Já em P6 e P7 notou-se uma redução da DBO, devido aos pontos estarem mais afastados da área urbanizada do município.

Observou-se que em ambas as coletas o aumento da DBO<sub>5,20</sub> aconteceu a partir do momento que o rio Camaçari adentra a área urbana do município e recebe uma quantidade maior de efluentes in natura, esses valores indicam que o corpo receptor está recebendo uma carga orgânica maior que a sua capacidade de degradação biológica natural.

Figura 24 – Demanda Bioquímica de Oxigênio



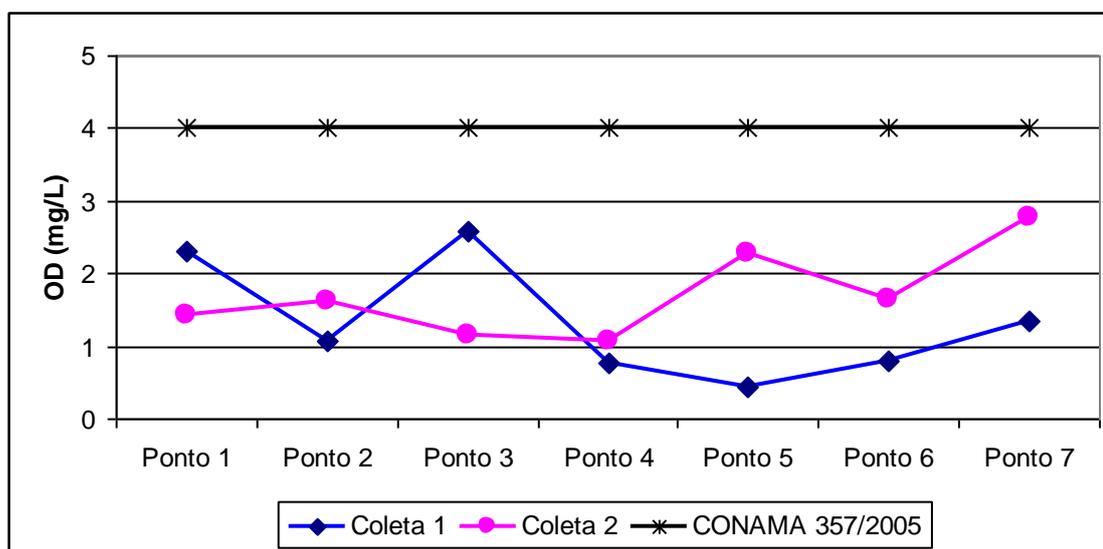
Fonte: Dados coletados e organizados pelo autor.

A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece que as águas doces classificadas como Classe 3 não devem apresentar DBO<sub>5,20</sub> superior a 10mg/LO<sub>2</sub>, portanto apenas os resultados encontrados em P1 estão de acordo com o limite máximo estabelecido pela legislação.

#### 4.2.7 Oxigênio Dissolvido (OD)

O oxigênio que se encontra dissolvido na água é fundamental para a existência de vida aquática. A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece que nos corpos hídricos classificados como Classe 3, nenhuma amostra de água deverá apresentar OD inferior a 4mg/LO<sub>2</sub>, no entanto, os resultados encontrados para os 7 pontos indicaram concentração menor que a permitida pela resolução (Figura 25). O baixo teor de OD no Ponto 1 provavelmente está relacionado com o consumo de oxigênio na decomposição biológica natural de matéria orgânica existente no local.

Figura 25 – Oxigênio Dissolvido (OD)



Fonte: Dados coletados e organizados pelo autor.

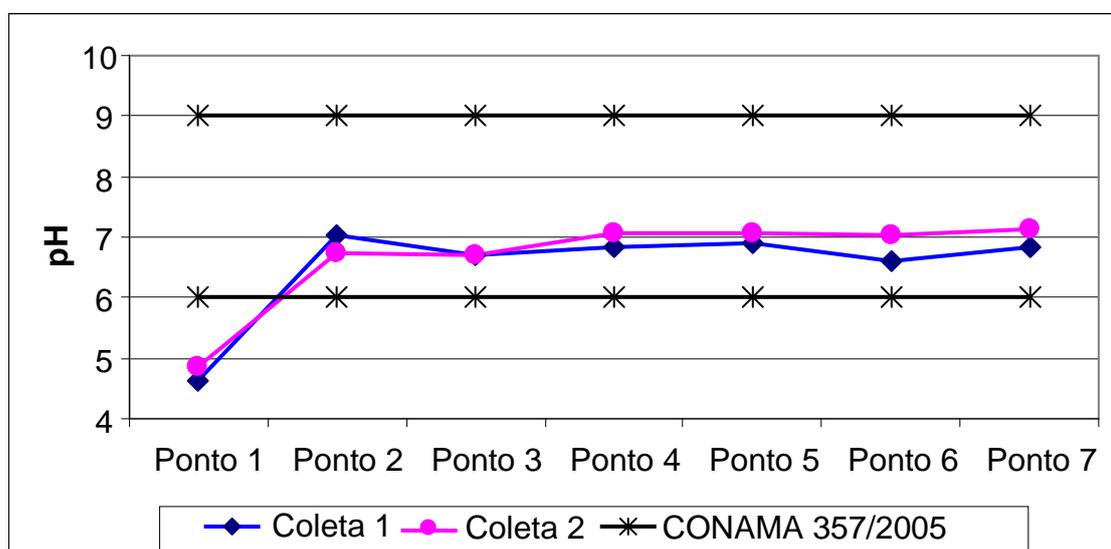
Ao comparar as variáveis OD e DBO, notou-se que existe uma correlação entre os resultados encontrados para os parâmetros, pois nos pontos em que a DBO encontra-se mais elevada foram verificados teores menores de OD. Pode-se destacar como exemplo o P4 que apresentou alta concentração de DBO e a menor concentração de OD nas duas amostragens; esses resultados vem ao encontro do exposto por Pereira (2004) no sentido de mostrar que quanto maior a carga de matéria orgânica presente na água mais elevado será o consumo de OD pelas bactérias decompositoras.

#### 4.2.8 Potencial Hidrogeniônico (pH)

A verificação do pH é de fundamental importância quando se trata da avaliação da qualidade da água, pois influencia diretamente nos ecossistemas aquáticos. Ao avaliar essa variável, os resultados apontaram que os valores de pH encontrados na primeira coleta indicam acidez da água, excedendo-se P2 que apresentou pH de 7,04 classificado como básico. Já na segunda coleta as análises indicaram pH ácido em P1, P2 e P3; e pH básico em P4, P5, P6 e P7 (Figura 26).

A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece que o pH dos corpos hídricos classificados como Classe 3 deve estar entre 6,0 a 9,0; portanto verifica-se que o resultado encontrados no P1 está abaixo do permitido pela resolução supracitada. Nos demais pontos apesar do lançamento constante de efluentes no leito do rio Camaçari, a faixa de pH encontrada na água está em acordo com o limite estabelecido pela legislação.

Figura 26 – Potencial Hidrogeniônico



Fonte: Dados coletados e organizados pelo autor.

#### 4.2.9 Coliformes Termotolerantes

As bactérias do grupo coliformes são constantemente utilizadas como indicadoras de contaminação fecal, pois elas não habitam naturalmente o ambiente

aquático, no entanto sua presença indica que a água recebeu lançamento de despejos que contém material fecal.

Os testes confirmatórios para coliformes termotolerantes realizado nas amostras de água do rio Camaçari mostraram que estas bactérias não foram identificadas apenas no P1, indicando a preservação da qualidade da água, tanto na primeira quanto na segunda coleta. Para os demais pontos (P2, P3, P4, P5, P6 e P7) as análises laboratoriais apresentaram como resultado >2400UFC, revelando alta concentração de bactérias do grupo coliformes presente na água.

A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece que para corpos hídricos classificados como Classe 3 o limite máximo permitido para Coliformes Termotolerantes não deverá exceder 2500UFC/100mL para uso em recreação de contato secundário. Portanto, as análises da água do rio Camaçari confirmaram que apenas em P1 não foram encontrados coliformes termotolerantes, nos demais pontos todas as amostras excederam o limite máximo estabelecido pela resolução supracitada.

Tabela 3 – Coliformes termotolerantes

	Coleta 1	Coleta 2
Ponto 1	0	0
Ponto 2	>2400	>2400
Ponto 3	>2400	>2400
Ponto 4	>2400	>2400
Ponto 5	>2400	>2400
Ponto 6	>2400	>2400
Ponto 7	>2400	>2400

Fonte: Dados coletados e organizados pelo autor.

#### 4.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O Teste de Normalidade Estatística (KS) revelou que tanto na primeira quanto na segunda coleta apenas os valores apresentados pela Temperatura da água não

tem distribuição normal, segundo o teste KS os demais parâmetros apresentaram distribuição normal.

No Teste one-way ANOVA são considerados como extremamente significativos os dados normais que apresentaram valor de  $P < 0,0001$ . De acordo com os resultados apresentados na matriz de correlação (Tabela 4) podem-se considerar significativas as seguintes correlações: Temperatura da água, Temperatura do Ar e pH; essa correlação pode ser explicada pelo fato da temperatura ambiente exercer influência direta sobre os processos metabólicos que ocorrem no meio aquático ocasionando variações nos níveis de pH. Observou-se correlação entre a variável Temperatura da água (Tag) com Coliformes Termotolerantes (CoT), tornando-se evidente que o aumento da Temperatura da água acelera a atividade microbiana, conseqüentemente ocorre um consumo maior de OD no meio aquático. A Turbidez apresenta correlação com os parâmetros Sólidos Totais, Salinidade e DBO; de modo que em locais onde acontece lançamento de efluentes in natura no leito do rio ocorre à intensificação da turbidez e salinidade da água.

Tabela 4 – Matriz de Correlação

Correlations (Dados coletas Rio Camacari JC) Marked correlations are significant at $p < .05000$ N=14 (Casewise deletion of missing data)														
Variable	Means	Std.Dev.	Tag	Tar	pH	OD	Turbidez	Cond	STD	Sal	DBO	CoT	Pluv Ac	Pluv Med
Tag	27.91	2.06	1.00	<b>0.66</b>	<b>0.59</b>	0.03	-0.15	-0.13	-0.22	-0.29	0.00	0.50	<b>0.81</b>	<b>0.81</b>
Tar	33.21	2.81	<b>0.66</b>	1.00	<b>0.76</b>	0.08	0.23	-0.07	-0.06	-0.01	0.14	<b>0.71</b>	0.24	0.24
pH	6.58	0.80	<b>0.59</b>	<b>0.76</b>	1.00	-0.17	0.32	0.20	0.32	0.26	0.42	<b>0.98</b>	0.10	0.10
OD	1.52	0.72	0.03	0.08	-0.17	1.00	<b>-0.64</b>	<b>-0.56</b>	-0.49	<b>-0.57</b>	<b>-0.66</b>	-0.21	0.27	0.27
Turbidez	155.34	175.42	-0.15	0.23	0.32	<b>-0.64</b>	1.00	0.50	<b>0.67</b>	<b>0.65</b>	<b>0.82</b>	0.37	-0.46	-0.46
Cond	2132.57	233.32	-0.13	-0.07	0.20	<b>-0.56</b>	0.50	1.00	<b>0.85</b>	<b>0.91</b>	0.44	0.26	-0.28	-0.28
STD	1579.86	170.20	-0.22	0.06	0.32	-0.49	<b>0.67</b>	<b>0.85</b>	1.00	<b>0.95</b>	<b>0.60</b>	0.39	-0.53	-0.53
Sal	0.98	0.17	-0.29	-0.01	0.26	<b>-0.57</b>	<b>0.65</b>	<b>0.91</b>	<b>0.95</b>	1.00	<b>0.59</b>	0.32	<b>-0.56</b>	<b>-0.56</b>
DBO	99.82	97.84	0.00	0.14	0.42	<b>-0.66</b>	<b>0.82</b>	0.44	<b>0.60</b>	<b>0.59</b>	1.00	0.42	-0.38	-0.38
CoT	2057.14	871.53	0.50	<b>0.71</b>	<b>0.98</b>	-0.21	0.37	0.26	0.39	0.32	0.42	1.00	0.00	0.00
Pluv Ac	79.50	11.93	<b>0.81</b>	0.24	0.10	0.27	-0.46	-0.28	-0.53	<b>-0.56</b>	-0.38	0.00	1.00	<b>1.00</b>
Pluv Med	2.55	0.36	<b>0.81</b>	0.24	0.10	0.27	-0.46	-0.28	-0.53	<b>-0.56</b>	-0.38	0.00	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>

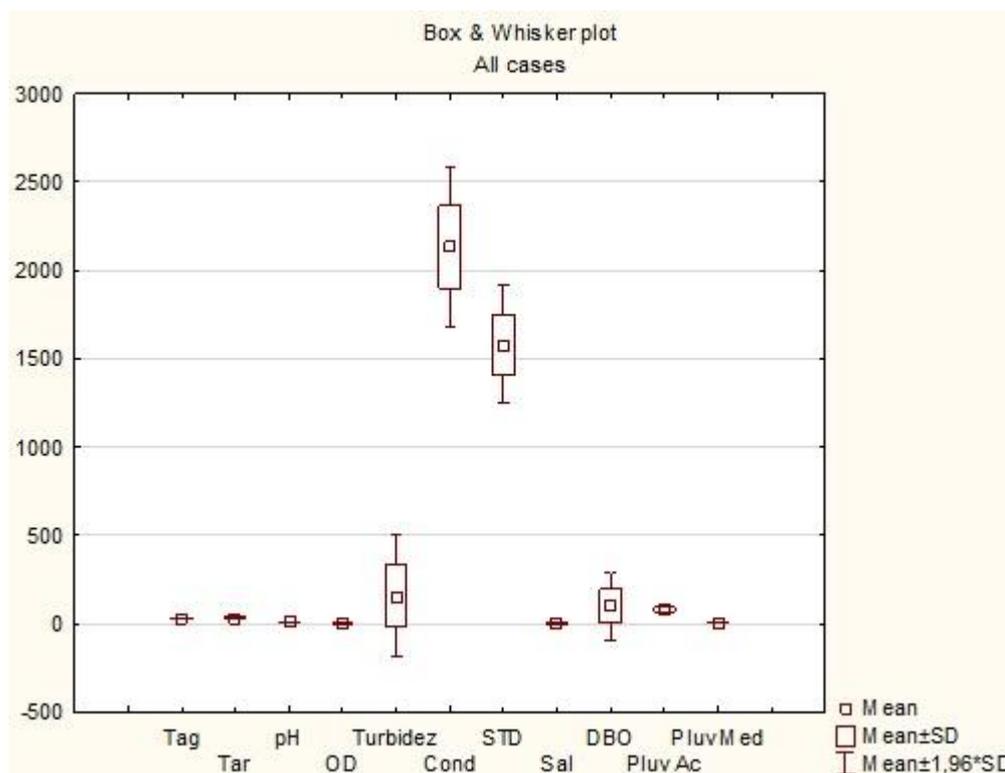
Fonte: Elaborado pelo autor. Onde: (Tag=Temperatura da água; Tar=Temperatura do ar; pH=Potencial Hidrogeniônico; OD=Oxigênio Dissolvido; Cond=Condutividade elétrica; STD=Sólidos Totais Dissolvidos; Sal=Salinidade; CoT=Coliformes Termotolerantes; Pluv Ac=Pluviosidade Acumulada; Pluv Méd=Pluviosidade Média).

Através da análise do Box Plot (Figura 27) observou-se que ocorre uma variação expressiva dos parâmetros Turbidez, DBO, Condutividade e Sólidos Totais ao longo do rio. Tais parâmetros também estão relacionados nos resultados da Matriz de Correlação, evidenciando mais uma vez que o lançamento de efluentes influencia na turbidez da água e conseqüentemente ocasiona o aumento da DBO;

assim como as partículas de sólidos influenciam na condutividade, já que esta aumenta de acordo com a quantidade de sólidos dissolvidos na água.

Esses resultados não estão associados com a pluviosidade, pois sua variação foi muito próxima em ambas as coletas, comprovando que não ocorreu influencia da sazonalidade nos resultados encontrados.

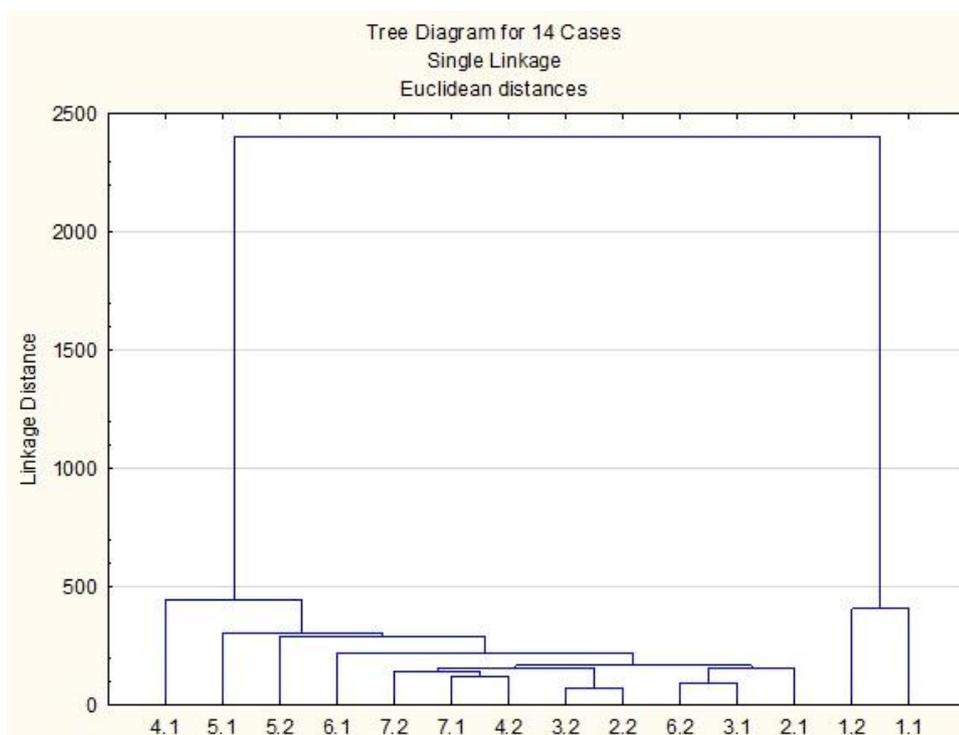
Figura 27 – Gráfico Box Plot



Fonte: Gráfico elaborado pelo autor. Onde: ((Tag=Temperatura da água; Tar=Temperatura do ar; pH=Potencial Hidrogeniônico; OD=Oxigênio Dissolvido; Cond=Condutividade elétrica; STD=Sólidos Totais Dissolvidos; Sal=Salinidade; CoT=Coliformes Termotolerantes; Pluv Ac=Pluviosidade Acumulada; Pluv Méd=Pluviosidade Média).

Através da Análise de Cluster (Figura 28) pode-se perceber que no Ponto 1, onde está localizada a nascente do rio Camaçari, o conjunto de parâmetros analisados possui características totalmente diferentes dos demais pontos ao longo do rio, conforme discutido anteriormente.

Figura 28 – Análise de Cluster referente a primeira e segunda coleta com os 07 pontos de amostragens



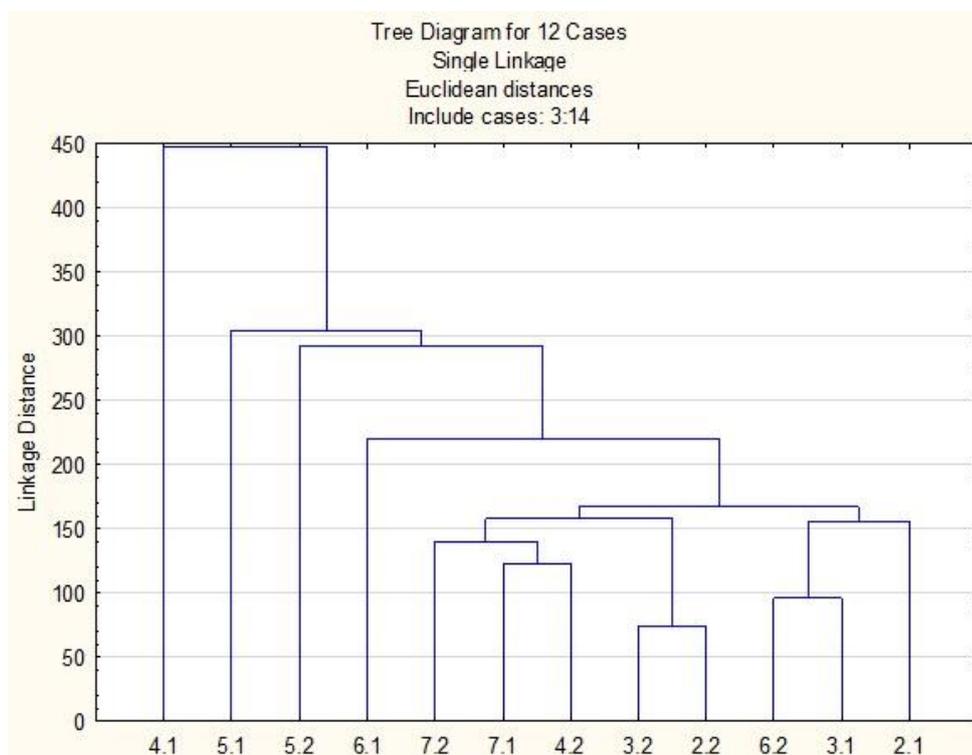
Fonte: Gráfico elaborado pelo autor. Onde: (4.1=P4/Coleta1; 5.1=P5/Coleta 1; 5.2=P5/Coleta 2; 6.1=P6/Coleta 1; 7.2=P7/Coleta 2; 7.1=P7/Coleta 1; 4.2=P4/Coleta 2; 3.2=P3/Coleta 2; 2.2=P2/Coleta2; 6.2=P6/Coleta 2; 3.1=P3/Coleta1; 2.1=P2/Coleta1; 1.2=P1/Coleta 2; 1.1=P1/Coleta 1.

Como as características no Ponto 1 são diferentes, com o objetivo de avaliar a qualidade da água ao longo do rio e evitar distorções nos resultados, o mesmo foi eliminado somente para efeito de análise estatística (Figura 29), percebeu-se que ocorre a formação de 3 grupos distintos, sendo que o primeiro engloba 2.1, 3.1 e 6.2; o segundo agrupa os pontos 3.2 e 2.2; já o terceiro grupo é formado pelos pontos 7.2, 7.1 e 4.2 que apresentaram resultados semelhantes. Já em relação aos pontos 4.1, 5.1, 5.2 e 6.1 apresentaram resultados diferentes em relação a qualidade da água.

Em relação às variáveis indicadoras de qualidade da água (Figura 30) observou-se que a formação de 4 grupos distintos, onde no primeiro ocorre correlação entre Sólidos Totais, Coliformes Termotolerantes e Condutividade; no segundo grupo os parâmetros Turbidez, DBO e Salinidade estão correlacionados com a pluviosidade; no terceiro grupo ocorre correlação entre os parâmetros OD e pH; e no quarto grupo a Temperatura da água correlaciona-se com a Temperatura do ar.

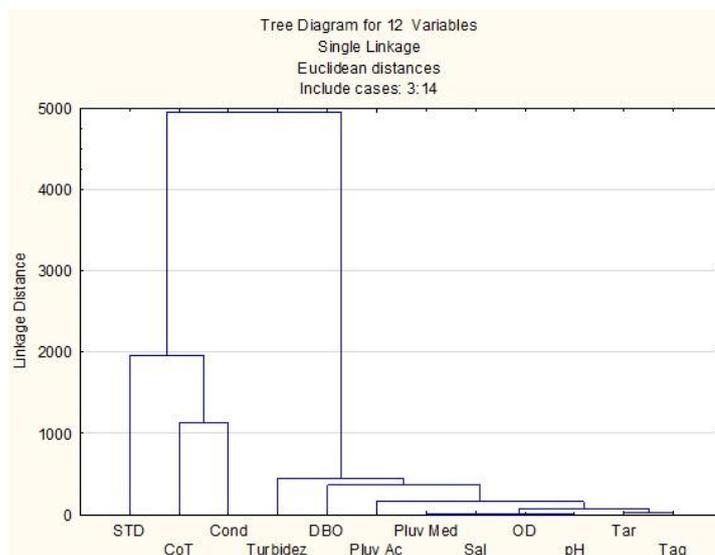
Conforme Análise dos Componentes Principais (ACP) (Figura 31) observou-se a formação de três grupos distintos, em que pode-se observar claramente que a qualidade da água da nascente está totalmente diferente dos demais pontos analisados, corroborando com os resultados apresentados na Figura 27. A ACP agrupou as variáveis indicadoras de qualidade de água em 4 grupos distintos (Figura 32), sendo: primeiro grupo formado pelos parâmetros Turbidez e DBO; segundo formado pela Condutividade, STD e Salinidade; terceiro formado pelo OD; e quarto grupo formado pela Temperatura do Ar, Temperatura da Água, pH e pluviosidade.

Figura 29– Análise de Cluster referente a primeira e segunda coleta de amostragens, com a eliminação do Ponto 1



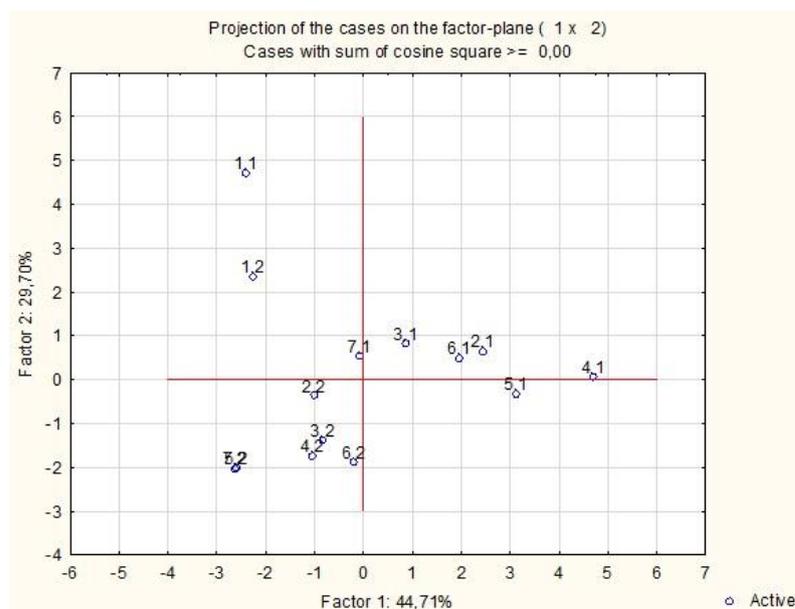
Fonte: Gráfico elaborado pelo autor. Onde: (4.1=P1/Coleta1; 5.1=P5/Coleta 1; 5.2=P5/Coleta 2; 6.1=P6/Coleta1; 7.2=P7/Coleta2; 7.1=P7/Coleta1; 4.2=P4/Coleta2; 3.2=P3/Coleta 2; 2.2=P2/Coleta 2; 6.2=P6/Coleta 2; 3.1=P3/Coleta 1; 2.1=P2/Coleta 1.

Figura 30 – Análise de Cluster referente aos parâmetros analisados (pH, DBO, Temperatura do ar, Temperatura da água, Condutividade, Salinidade, Concentração de Sólidos Totais, Coliformes Termotolerantes e Pluviosidade)



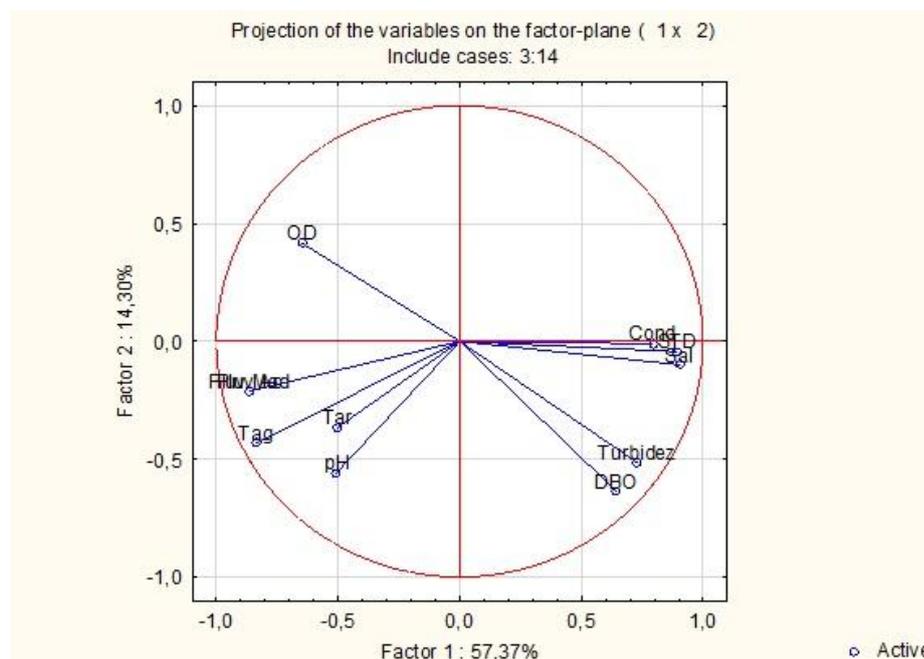
Fonte: Gráfico elaborado pelo autor. Onde: (STD=Sólidos Totais Dissolvidos; CoT=Coliformes Termotolerantes; Cond=Condutividade Elétrica; DBO=Demanda Bioquímica de Oxigênio; Pluv Ac=Pluviosidade Acumulada; Pluv Med=Pluviosidade Média; Sal=Salinidade; OD=Oxigênio Dissolvido; pH=Potencial Hidrogeniônico; Tar=Temperatura do ar; Tag=Temperatura da água).

Figura 31– Análise dos Componentes Principais (ACP) referente a primeira e segunda coleta com os 07 pontos de amostragens



Fonte: Gráfico elaborado pelo autor. Onde: (1.1=P1/Coleta1; 1.2=P1/Coleta2; 7.1=P7/Coleta 1; 3.1=P3/Coleta 1; 6.1=P6/Coleta 1; 2.1=P2/Coleta 1; 4.1=P4/Coleta 1; 5.1=P5/Coleta 1; 2.2=P2/Coleta 2; 3.2=P3/Coleta 2; 4.2=P4/Coleta 2; 6.2=P6/Coleta 2; 7.2=P7/Coleta 2).

Figura 32 – Análise dos Componentes Principais (ACP) referente aos parâmetros analisados (pH, DBO, Temperatura do ar, Temperatura da água, Condutividade, Salinidade, Concentração de Sólidos Totais, Coliformes Termotolerantes e Pluviosidade)



Fonte: Gráfico elaborado pelo autor. Onde: (Tag=Temperatura da água; Tar=Temperatura do ar; pH=Potencial Hidrogeniônico; OD=Oxigênio Dissolvido; Cond=Condutividade elétrica; STD=Sólidos Totais Dissolvidos; Sal=Salinidade; CoT=Coliformes Termotolerantes; Pluv Ac=Pluviosidade Acumulada; Pluv Méd=Pluviosidade Média).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas últimas décadas o processo de industrialização aliado ao crescimento desordenado dos centros urbanos tem colaborado de forma significativa para a degradação do meio ambiente, em especial os recursos hídricos que sofrem diretamente os impactos ocasionados pela ação antrópica.

No município de Camaçari, a implantação do Pólo Petroquímico e a chegada de diversas empresas na Década de 70 ocasionou a migração de um grande número de trabalhadores com suas famílias para a cidade na busca de oportunidades de emprego. Desde então o município passou por um processo de crescimento populacional acelerado, com um acréscimo populacional de aproximadamente 40% em 10 anos.

A falta de planejamento urbano resultou no avanço da cidade sobre as margens do rio Camaçari, a mata ciliar que é fundamental para o equilíbrio ecológico de um corpo hídrico está praticamente extinta, presente apenas na região da nascente e uma pequena parcela remanescente localizada no Horto Florestal Municipal.

Com a inexistência da mata ciliar o rio torna-se mais sensível, pois já não dispõe da sua proteção natural, com isso tornam-se maiores os problemas ambientais como a erosão e o assoreamento que são observados em toda a extensão do rio Camaçari. Ademais, a grande quantidade de áreas impermeabilizadas faz com que a ação das chuvas carregue partículas de solo e outros resíduos para o leito do rio, contribuindo para o aumento desse cenário de poluição.

Outro fator que merece destaque é o lançamento de efluentes in natura que colaboram para a contaminação da água, além de ser um grave problema de saúde pública, colocando os moradores em situação de vulnerabilidade, já que podem ser acometidos por doenças de veiculação hídrica.

Em relação à qualidade da água verificou-se que no Ponto 1 onde se localiza a nascente do rio Camaçari está bem conservada, principalmente pelo fato de ser uma região que possui mata ciliar. A análise microbiológica apontou ausência de coliformes termotolerantes nesse ponto, no entanto os parâmetros Sólidos Totais,

Salinidade, Oxigênio Dissolvido e pH estavam em desacordo com os limites máximos permitidos pela Resolução CONAMA 357/2005.

Observou-se que a medida que o rio Camaçari adentra a cidade ocorre um aumento no nível de poluição e contaminação da água, nos Ponto 2 e 3 apenas o pH e o valor encontrado para Turbidez na segunda coleta estavam em acordo com o limite permitido pela resolução; nos Pontos 4 e 5 apenas o pH respeitou o limite estabelecido pela resolução; nos Pontos 6 e 7 apenas os resultados encontrados para Turbidez na segunda coleta e o pH obedeceram aos limites máximos estabelecidos pela resolução supracitada.

Nesse sentido, percebe-se que a falta de planejamento urbano, aliado ao expressivo crescimento populacional desordenado foram os principais agentes responsáveis processo de degradação ambiental dessa Sub-bacia.

No entanto, o projeto de Urbanização integrada do rio Camaçari, financiado pelo Governo Federal, tem como objetivo principal recuperar os rios que cortam a área urbana do município, visando o bem-estar social e ambiental.

Porém, para que sejam alcançados resultados significativos na melhoria da qualidade da água é necessário que sejam adotadas algumas medidas mitigadoras dos impactos decorrentes da ação antrópica que atingem diretamente o rio Camaçari.

Dentre as principais medidas a serem incorporadas no projeto de urbanização dessa Sub-bacia está a recuperação da mata ciliar, principalmente na região de encontro do rio Camaçari com o rio Joanes, em que a mata possa desempenhar um papel de filtro natural, impedindo ou minimizando a quantidade de poluentes que chegam ao leito do rio.

Com a retirada das moradias que ficam localizadas nas margens do rio é necessário que se realize um programa de contenção de encostas, impedindo novos focos de erosão e assoreamento. Outra ação que deve ser desenvolvida é a implantação de sistema de esgotamento sanitário em toda a área que abrange a Sub-bacia, diminuindo a contaminação da água por organismos patogênicos de origem fecal.

Por fim, faz-se necessário a elaboração de um plano de monitoramento para ser implementado durante o período de execução das obras de urbanização do rio Camaçari e após o seu término, possibilitando identificar as benfeitorias do projeto e ratificar as possíveis lacunas do mesmo.

## REFERÊNCIAS

ABDON, Myrian de Moura. **Os Impactos Ambientais no Meio Físico – Erosão e Assoreamento na Bacia Hidrográfica do Rio Taquari, MS, em Decorrencia da Pecuária**. 2004. 322 f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004. Disponível em: < [http://www.dsr.inpe.br/site\\_bhrt/download/Tese.pdf](http://www.dsr.inpe.br/site_bhrt/download/Tese.pdf) > Data de acesso: 18 mai. 2013.

ANA. Agência Nacional das Águas. Apresenta textos sobre as regiões hidrográficas do Brasil. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/default.aspx>> Acesso em: 06 mar. 2013.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION - AWWA; WATER ENVIRONMENT FEDERATION - WPCF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21. ed. Washington: American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation, 2005.

ANTUNES, Paulo de Bessa. **Direito ambiental**. Rio de Janeiro: Lúmen Júris, 2011.

ARAUJO, L.E. et al. Bacias Hidrográficas e Impactos Ambientais. **Qualitas Revista Eletrônica**, Paraíba, v.3, n.1, p. 1-18, 2009. Disponível em: <<http://revista.uepb.edu.br/index.php/qualitas/index>>. Acesso em: 12 nov. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: Informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2011.

\_\_\_\_\_. **NBR 10520**: Informação e documentação: citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro, 2011.

\_\_\_\_\_. **NBR 14724**: Informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação. Rio de Janeiro, 2011.

\_\_\_\_\_. **NBR 6028**: Informação e documentação: resumo: apresentação. Rio de Janeiro, 2003.

\_\_\_\_\_. **NBR 6027**: Informação e documentação: sumário: apresentação. Rio de Janeiro, 2003.

BAHIA. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Resolução nº 43, de 2009. Institui a Divisão Hidrográfica Estadual em Regiões de Planejamento e Gestão das Águas. Disponível em:

<<http://www.meioambiente.ba.gov.br/legislacao/RESOLUCAOCONER>> Acesso em: 22 out. 2012.

\_\_\_\_\_. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Resolução nº 88, de 2012. Altera a Resolução nº 43, de 02 de Março de 2009. Disponível em: <<http://www.meioambiente.ba.gov.br/legislacao/RESOLUCAOCONER>> Acesso em: 22 out. 2012.

BOAVIDA, Maria José. **Problemas de qualidade da água**: eutrofização e poluição, Lisboa, jan. 2001. Disponível em: <<http://www.ordembilogos.pt/Publicacoes/Biologias/Qagua%20--%2001Jan01.pdf>> Acesso em: 30 jun. 2013.

BORGES, Luciene. **Qualidade da água do rio Vieira sob a influência da área urbana de Montes Claros MG**. 2007. 98 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007. Disponível em <<http://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/433/1/QualidadeAguaRio.pdf>> Acesso em: 26 jul. 2013.

BORN, Harry Born. Seguridade Hídrica, Comitês de Bacia Hidrográfica e Cidadania. **Revista Centro de Estudos Jurídicos da Justiça Federal**. Brasília, n. 12, p. 63-70, 2000. Disponível em: < <http://www.cjf.jus.br/revista/numero12/artigo12.pdf>> Acesso em: 13 mar. 2013.

BRAGA, B. et al. **Introdução à engenharia ambiental**: o desafio do desenvolvimento sustentável. São Paulo: Pearson, 2005.

BRASIL DAS AGUAS. Apresenta textos que caracterizam as Regiões Hidrográficas do Território nacional. Disponível em: <<http://www.brasildasaguas.com.br/>> Acesso em: 2º mar. 2013.

BRASIL, Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/blei19979433.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2012.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Seção 1, p. 58 a 63.

CARVALHO, P.G.M. et al. Indicadores para a avaliação da gestão ambiental municipal com base no modelo Pressão-Estado-Resposta. In: Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP, 16., 2008, Caxambu. **Anais eletrônicos**. Caxambu: ABEP, 2008. Disponível em: <<http://www.abep.org.br/?q=gt/internas/xvi-encontro-nacional-de-estudos-populacionais>> Acesso em: 16 jun. 2013.

CBH. Comitês de Bacias Hidrográficas. Apresenta textos e mapas explicativos sobre os Comitês Estaduais e Interestaduais de Bacias Hidrográficas. Disponível em: <<http://www.cbh.gov.br/>> Acesso em: 07 mar. 2013.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Apresenta texto sobre Índices de Qualidade da Água. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/documentos/indices>> Acesso em: 18 jun. 2013.

COMITÊ DE BACIA DA BAHÍA DE GUANABARA. Apresenta textos e imagens ilustrativas sobre bacias hidrográficas. Disponível em: <<http://www.comitebaiadeguanabara.org.br/>> Acesso em: 25 out. 2013.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo**. 2009. 44p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/variaveis.pdf>> Acesso em: 03 jul. 2013.

CHAVES, Adilar. **Importância da mata ciliar (Legislação) na proteção dos recursos hídricos: Alternativas para sua viabilização em pequenas propriedades rurais**. Passo Fundo: 2009. Disponível em: <[http://www.sertao.ifrs.edu.br/site/midias/arquivos/20091114104033296revisao\\_m](http://www.sertao.ifrs.edu.br/site/midias/arquivos/20091114104033296revisao_m)> Acesso em: 08 set. 2013.

DERISIO, José Carlos. **Introdução ao controle da poluição ambiental**. São Paulo: Signus, 2000.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Manual de indicadores ambientais**: instrumento de gestão ambiental. Rio de Janeiro, 2008. 24 p.

FILHO, K.Z. et al. **Água em ambientes urbanos**: renaturalização de rios em ambientes urbanos. São Paulo, SP: USP, 2009. Disponível em: <[200.144.189.97/phd/LeArq.aspx?id\\_arq=4222](http://200.144.189.97/phd/LeArq.aspx?id_arq=4222)> Acesso em: 16 jun. 2013.

FONSECA, Pedro Pereira. **Mapeamento Geológico e Zoneamento Geoambiental da Região do Pólo Industrial de Camaçari, através de Ortofotos Digitais**. 2004. 78f. Monografia. Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1998.

GONÇALVES, Elano Marcio. **Avaliação da qualidade da água do rio Uberabinha**. 2009. 159 f. Dissertação (Mestre em Ciências). Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <<http://tpqb.eq.ufrj.br/download/qualidade-da-agua-do-rio-uberabinha.pdf>> Acesso em: 03 jul. 2013.

GOMES, Priscila Rodrigues. **Diagnósticos ambientais na discussão da sustentabilidade**: Uma Proposta de Análise Estratégica no Contexto do Etanol de Cana-de-açúcar no Estado de São Paulo. 2011. 166 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011. Disponível em: <[www.teses.usp.br/teses/.../18/.../DissertacaoPriscilaRodriguesGomes.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/.../18/.../DissertacaoPriscilaRodriguesGomes.pdf)> Data de acesso: 16 mai. 2013.

HESPANHOL, Kátia Maria Hipólito. **Monitoramento e diagnóstico da qualidade da água do Ribeirão Moranguinho**. 2009. 153 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). Escola de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009. Disponível em: <<http://www.peu.uem.br/Discertacoes/Katia.pdf>> Acesso em 23 jun. 2013.

HYDROS ENGENHARIA E PLANEJAMENTO LTDA. **Gerenciamento das obras do programa municipal de urbanização integrada do rio Camaçari**. Camaçari, 2013. 52 p.

HOLLUS ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE. **Apresentação do projeto social**: Subprojeto 3. Camaçari, 2013. 32 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Apresenta dados sobre o ultimo senso demográfico e informações sobre o município de Camaçari. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>> Acesso em: 01 jul. 2013.

INDICADORES básicos para a saúde no Brasil: Conceitos e aplicações. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2008. 349 p. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/livroidb/2ed/indicadores.pdf>> Acesso em: 18 jun. 2013.

INEMA. Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Apresenta textos sobre Bacias Hidrográficas. Disponível em: <<http://www.inema.ba.gov.br>> Acesso em: 04 mar. 2013.

JARDIM, Barbara Fernanda de Melo. **Variação dos parâmetros físico químicos das águas superficiais da bacia do rio das velhas - MG e sua associação com as aflorações de cianobactérias**. 2011. 127 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <<http://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/943M.PDF>> Acesso em: 01 jul. 2013

LEONETI, A.B.; PRADO, E.L.; OLIVEIRA, S.V.W.B. Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 2, p. 331-348, mar. 2011. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rap/article>> Acesso em: 10 set. 2013.

LIMA, Dalvany Aves de Souza. **Influência da mata ciliar na qualidade da água na Bacia do Ribeirão Lageado, TO**. 2010. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/32362>> Acesso em: 26 jun. 2013.

MACHADO, Pedro José de Oliveira; TORRES, Fillipe Tamiozzo Pereira. **Introdução à Hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

MACIEL, Renata Rodrigues. **Controle da poluição difusa em drenagem urbana**. 2003. 46 f. TCC (Engenharia Civil). Engenharia Civil com Ênfase Ambiental, Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2003. Disponível em: <<http://engenharia.anhembi.br/tcc-03/civil-25.pdf>> Acesso em: 10 mai. 2013.

MAGALHÃES JÚNIOR, Antônio Pereira. **Indicadores Ambientais e Recursos Hídricos: Realidade e Perspectivas Para o Brasil a Partir da Experiência Francesa**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

MATTA, B.M. et al. **Análise de estudos de plano diretor: Plano diretor de Camaçari**. Salvador, BA: Unifacs, 2011. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/>> Acesso em: 18 jun. 2013.

MILARÉ, Edis. **A gestão ambiental em foco: doutrina, jurisprudência e glossário**. São Paulo: Editora dos Tribunais, 2011.

MINAKI, Cíntia; AMORIN, Margarete Cristiane da Costa Trindade. Espaços urbanos e qualidade ambiental: Um enfoque da paisagem. **Revista Formação**, São Paulo, v. 1, n. 14, p. 67-82, 2011. Disponível em: <<http://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/view/699/722>> Acesso em 27 jun. 2013.

MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE; SECRETARIA DOS RECURSOS HIDRICOS. **Caderno da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental**. Brasília, 2006.128 p. Disponível em: <[www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)> Data de acesso: 12 mar. 2013.

\_\_\_\_\_. **Caderno da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental**. Brasília, 2006.104 p. Disponível em: <[www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)> Data de acesso: 12 mar. 2013.

\_\_\_\_\_. **Caderno da Região Hidrográfica Atlântico Leste**. Brasília, 2006.156 p. Disponível em: <[www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)> Data de acesso: 12 mar. 2013.

\_\_\_\_\_. **Caderno da Região Hidrográfica do Parnaíba**. Brasília, 2006.184 p.  
Disponível em: <[www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)> Data de acesso: 12 mar. 2013.

\_\_\_\_\_. **Caderno da Região Hidrográfica do São Francisco**. Brasília, 2006.148 p.  
Disponível em: <[www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)> Data de acesso: 12 mar. 2013.

NASS, Daniel Perdigão. O conceito de poluição. **Revista Eletrônica de Ciências**, São Carlos, nov. 2002. Disponível em:  
<[http://www.cdcc.usp.br/ciencia/artigos/art\\_13/poluicao](http://www.cdcc.usp.br/ciencia/artigos/art_13/poluicao)> Acesso em: 16 mai. 2013.

NETTO, A.O.A. et al. Cenário dos Corpos D'Água na Sub-bacia Hidrográfica do Rio Poxim – Sergipe, na Zona Urbana, e Suas Relações Ambientais e Antrópicas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2007, São Paulo. **Anais XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. São Paulo, ABRH, 2007. Disponível em: < <http://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=3&ID=19>> Acesso em: 23 jun. 2013.

NEVES, N.M.S.; COUTO, E.R.; BRITO, J.R. Rede de monitoramento do ar do Pólo Petroquímico de Camaçari: Uma concepção avançada. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 19., 1997, Foz do Iguaçu. **Anais eletrônicos**. Foz do Iguaçu: 1997. Disponível em:  
<<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes97/red.pdf>> Acesso em: 16 jun. 2013.

NUCCI, João Carlos. Qualidade ambiental e adensamento urbano: Um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília. Curitiba: O autor, 2008. Disponível em: <<http://www.geografia.ufpr.br/laboratorios/labs>>  
Acesso em: 03 mai. 2013.

OLIVEIRA, Adary. **O Pólo Petroquímico de Camaçari (Bahia, Brasil): Industrialização, Crescimento Econômico e Desenvolvimento Regional**. 2004. 391 f. Tese (Doutorado em Geografia). Doutorado em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Regional, Universidade Salvador, Salvador, 2004. Disponível em: <<http://institutomiguelcalmon.files.wordpress.com/2013/01/livro-adray-oliveira.pdf>>  
Data de acesso: 20 jun. 2013.

PAIVA, João Batista Dias; PAIVA, Eloíza Maria Cauduro Dias. **Hidrologia aplicada a gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre: ABRH, 2001.

PARENTE, S. **Camaçari, sua história, sua gente**. Salvador: EGBA, 2008.

PEREIRA, Régis da Silva. Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos. **IPH-UFRGS**, Porto Alegre. v.1, n.1, p.20-36, set. 2004. Disponível em: <<http://www.vetorial.net/~regissp/pol.pdf>> Acesso em: 13 jun. 2013.

PINTO, Magda Cristina Ferreira (Org.). Manual medição *in loco*: Temperatura, pH, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido. Belo Horizonte: CPRM, 2007.

PORTO, R.L.L. et al. **Hidrologia Ambiental**. São Paulo: Edusp, 1991.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMAÇARI. Apresenta textos informativos sobre localização geográfica, caracterização ambiental e histórico do município de Camaçari. Disponível em: <<http://www.camacari.ba.gov.br/>> Acesso em: 01 jul. 2013.

PROGRAMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Índices e indicadores de qualidade da água**: revisão de literatura. Brasília, 2009. 114 p.

QUIRELLI, João Bosco. Informações sobre projeto de urbanização integrada do rio Camaçari: depoimento. [5 de novembro, 2013]. Camaçari: Depoimento concedido a Renata Segovia Sommer.

RIBEIRO, Carlos Antônio Álvares Soares. O desafio da delimitação de áreas de preservação permanente. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 2, mar./abr. 2005.

RIBEIRO, José Claudio Junqueira; HELLER, Léo. Indicadores ambientais para países em desenvolvimento. **Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental**, San Juan, v.29, p. 1-21, ago. 2004. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsAIDIS/PuertoRico29/junque.pdf>> Acesso em: 17 mai. 2013.

SANTOS, Rosely Ferreira dos. **Planejamento ambiental**: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SANTOS JUNIOR, Elias (Org.). **Bacia Hidrográfica, Desafios da gestão de recursos hídricos e do saneamento básico no município de Cuiabá – MT**. Projeto Preservar. Cuiabá: Gincó, 2011.

SANTIAGO, Emersom. Bacia do Parnaíba. **Infoescola Navegando e Aprendendo**, 2010. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/hidrografia/bacia-do-parnaiba/>> Acesso em: 02 abr. 2013.

SEMA. Secretaria de Meio Ambiente do estado da Bahia. Apresenta textos e mapas temáticos sobre o Estado da Bahia. Disponível em: <<http://www.meioambiente.ba.gov.br>> Acesso em: 04 mar. 2013.

\_\_\_\_\_. Apresenta texto sobre Apa Joanes Ipitanga. Disponível em: <<http://www.meioambiente.ba.gov.br/conteudo.aspx?s=APAJOANE&p=APAAPA>> Acesso em: 27 jun. 2013.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO PARANÁ. Apresenta textos explicativos sobre Comitês de Bacias Hidrográficas. Disponível em: < <http://www.meioambiente.pr.gov.br/>> Acesso em: 22 mar. 2013.

SILVA, B.A.W; AZEVEDO, M.A; MATOS, J.S. Gestão de Bacias Hidrográficas Urbanas. **Revista VeraCidade**. v I, n. 1, p. 1-7. dez. 2006.

SILVA, Antônio Wladimir; SELIG, Paulo Maurício; MORALES, Aran Bey Tcholakian. Indicadores de Sustentabilidade em Processos de Avaliação Ambiental Estratégica. Scielo, v.15, n. 3, p. 75-96, set/dez. 2012. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-753X2012000300006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-753X2012000300006&script=sci_arttext)> Acesso em: 27 jun. 2013.

SILVA, Luiz Henrique Pinheiro. **Gestão dos Rios Urbanos – Drenagem e Esgotamento Sanitário**, [201-]. Disponível em: <[http://www.sengeba.org.br/data/site/uploads/arquivos/Rios%20Urbanos\\_drenagem\\_esgotamento%20sanit.pdf](http://www.sengeba.org.br/data/site/uploads/arquivos/Rios%20Urbanos_drenagem_esgotamento%20sanit.pdf)> Data de acesso: 21 jun. 2013.

SILVEIRA JUNIOR, João Severiano Caldas. Avaliação do grau de internalização da proteção da água subterrânea no pólo industrial de Camaçari. 2004. 113 f. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo). Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2004. Disponível em: <[http://www.teclim.ufba.br/site/material\\_online/dissertacoes/dis\\_joao\\_s\\_c\\_da\\_silverajunior.pdf](http://www.teclim.ufba.br/site/material_online/dissertacoes/dis_joao_s_c_da_silverajunior.pdf)> Acesso em: 18 mai. 2013.

TAYRA, Flávio; RIBEIRO, Helena. Modelos de indicadores de sustentabilidade: síntese e avaliação crítica das principais experiências. **Saúde e Sociedade**, v.15, n.1, p.84-95, jan-abr. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sausoc/v15n1/09.pdf>> Acesso em: 1 jul. 2013.

TUCCI, Carlor; BERTONI (Org.), Juan Carlos. **Inundações urbanas na América do sul**. Porto Alegre: Associação Brasileira dos Recursos Hídricos, 2003.

TUCCI, Carlos; ESPANHOL, Ivanildo; CORDEIRO NETTO, Oscar. **Gestão da água no Brasil**. Brasília: UNESCO, 2001. 156 p.

TUCCI, Carlos; MENDES, Carlos André. **Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica**. Brasília: MMA, 2006.

TUNDISI, José Galizia. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez**. São Paulo: Rima. IIE, 2006.

TUNDISI, José Galizia; MATSUMURA-TUNDISI, Takako. **Recursos hídricos no século XXI**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

UCKER, Fernando Ernesto; KEMERICH, Daniel Cunha; ALMEIDA, Rogério Araújo. **Indicadores ambientais**: importantes instrumentos de gestão. **Engenharia Ambiental**, Espírito santo do Pinhal, v.9, n. 1, p. 119-127, jan./mar. 2012.  
IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponibiliza dados obtidos no ultimo senso demográfico realizado em 2010. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>  
Acesso em: 01 jun. 2013.

VAEZA, R.F. et al. Uso e Ocupação do Solo em Bacia Hidrográfica Urbana a Partir de Imagens Orbitais de Alta resolução. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 17, n.1, p. 23-29, jan./jun. 2010. Disponível em: <<http://www.floram.org/files/v17n1/v17n1a3.pdf>> Acesso em: 13 mai. 2013.  
VON SPERLING, Marcos. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas residuárias**. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

ZAFFANI, A.G. et al. A poluição da drenagem urbana relacionada com a pegada hídrica cinza: Caso da cidade de São Carlos – SP. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 19., 2011, Maceió. **Anais**. Maceió: ABRH, 2011. Disponível em: <[http://www.abrh.org.br/SGCv3/UserFiles/Sumarios/e4acb26205275269c336ed80e81e85b4\\_706a8262ce1edd76a4e1f891a048a9b1.pdf](http://www.abrh.org.br/SGCv3/UserFiles/Sumarios/e4acb26205275269c336ed80e81e85b4_706a8262ce1edd76a4e1f891a048a9b1.pdf)> Acesso em: 01 jul. 2013.

## **APÊNDICE**

APÊNDICE A – Tabela com os resultados das análises físicas, químicas e biológicas

Figura 4 – Resultados das análises físicas, químicas e biológicas

Parametros Analisados Pontos Amostrais	PONTO 1		PONTO 2		PONTO 3		PONTO 4		PONTO 5		PONTO 6		PONTO 7	
	1ª Coleta	2ª Coleta												
Temperatura da água (°C)	23,6	27,4	26,8	28,2	26,4	30	26,4	30,4	27,8	30,6	26,6	30,3	26,5	29,7
Temperatura do ar (°C)	28	29	31	30	33	34	34	34	34	36	34	36	34	38
Potencial Hidrogeniônico (pH)	4,61	4,85	7,04	6,75	6,71	6,71	6,82	7,07	6,91	7,06	6,62	7,03	6,83	7,13
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	2,32	1,44	1,08	1,63	2,59	1,16	0,77	1,06	0,43	2,27	0,8	1,64	1,35	2,77
Turbidez (NTU)	1,8	1,5	120	90,1	59,3	95,7	641	126	404	107	278	67,4	128	55
Condutividade (µS/cm)	1798	2180	2360	2160	2280	2220	2500	2030	2210	1654	2270	2320	1954	1920
Sólidos Totais (mg/L)	1354	1496	1785	1504	1748	1536	1913	1424	1680	1457	1711	1665	1478	1367
Salinidade (‰)	0,8	0,9	1,2	0,9	1,1	0,9	1,3	0,9	1,1	0,7	1,1	1,1	0,9	0,8
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L)	2	2	171	98,6	58,8	68,6	264	117,5	340	90	70,8	47,8	40,8	25,6
Coliformes Termotolerantes (NMP/ml)	0	0	>2400	>2400	>2400	>2400	>2400	>2400	>2400	>2400	>2400	>2400	>2400	>2400

Fonte: Tabela elaborada pelo autor.

## APÊNDICE B – Protocolo de observação de campo

**Protocolo de observação de campo****Local:** Sub-bacia do rio Camaçari – BA

Ponto:.....

Data da coleta: ...../...../..... Horário: .....

Endereço: .....

.....

Ponto de referência: .....

Coordenadas geográficas: .....

**Características ambientais do entorno dos pontos de amostragem**

Nebulosidade:

 céu limpo  ligeiramente nublado  moderadamente coberto   
coberto  chuvoso.

Presença de mata ciliar:

 Sim  Não .....

Descarga de efluentes domésticos:

 Sim  Não .....

Descarga de efluentes industriais:

 Sim  Não .....

Presença de resíduos ou entulho no local de coleta:

 Resíduos domésticos  Resíduos industriais  Construção civil .....

.....

Erosão nas margens do rio:

 Sim  Não .....

Assoreamento no leito do rio:

 Sim  Não .....

Odor local:

 Forte  Moderado  Ausente .....

Cor aparente da água:

 Límpida  Escura .....

Outras observações importantes: .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

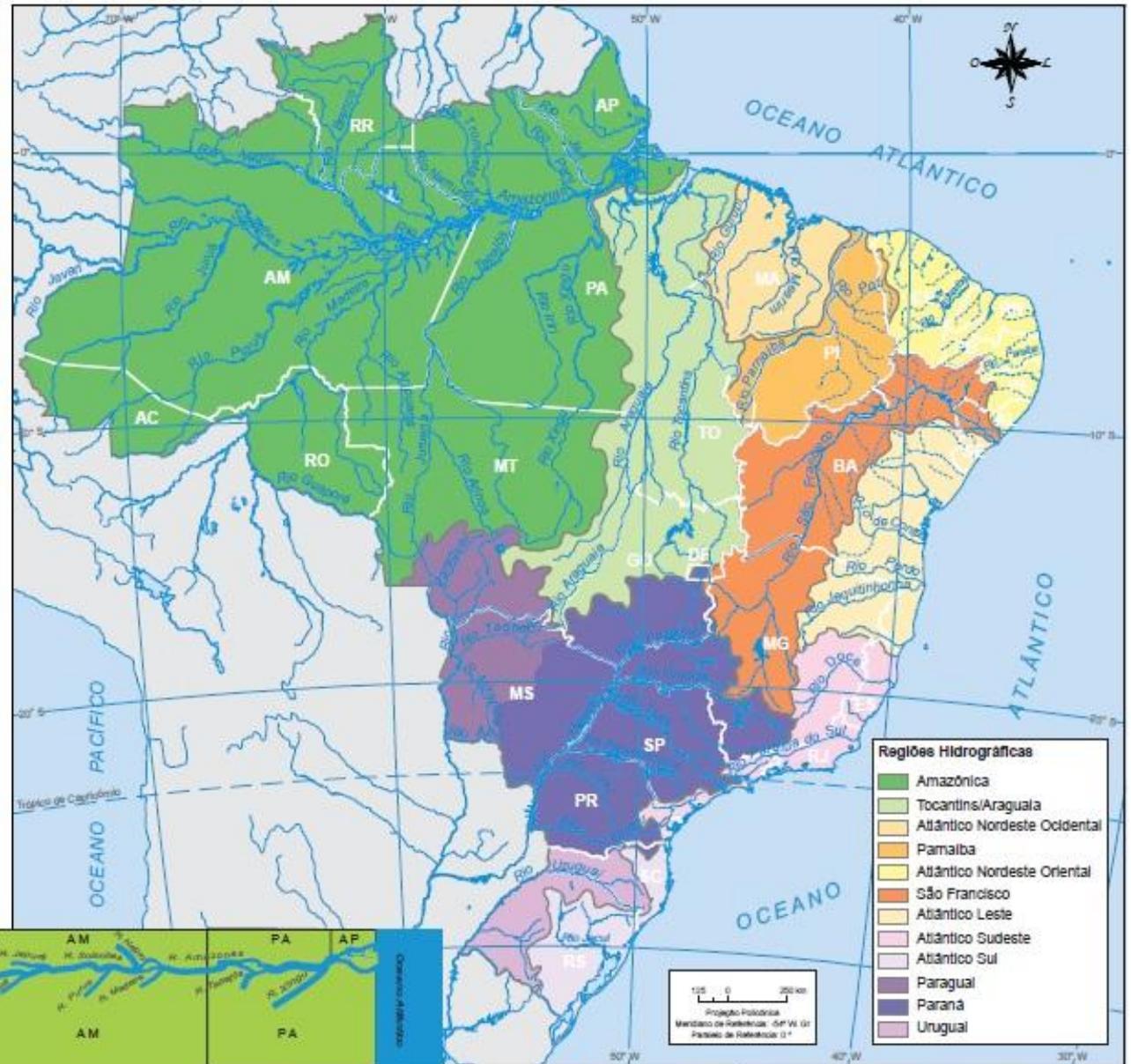
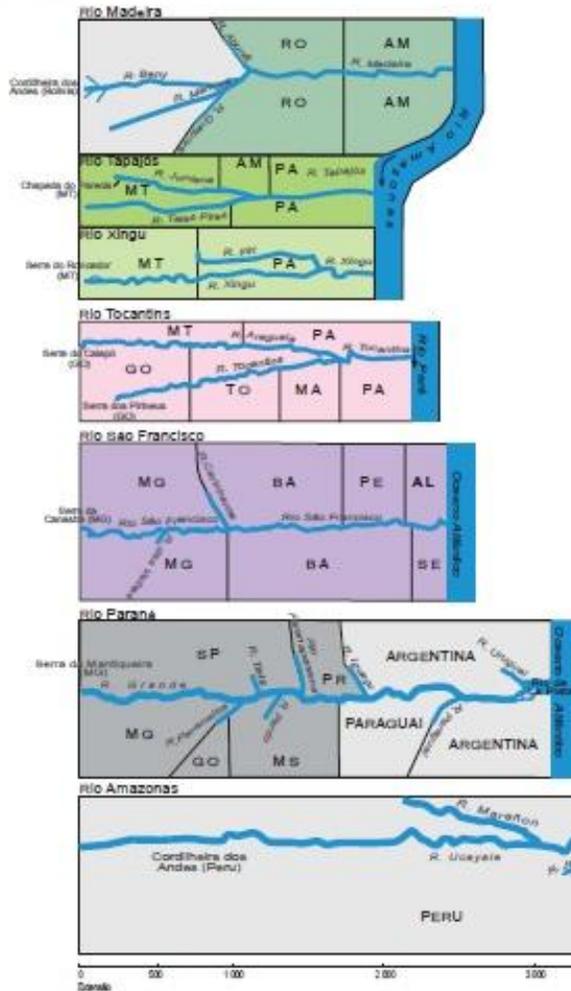
## **ANEXOS**

ANEXO A – Divisão hidrográfica do Território Brasileiro

Regiões hidrográficas



Principais rios



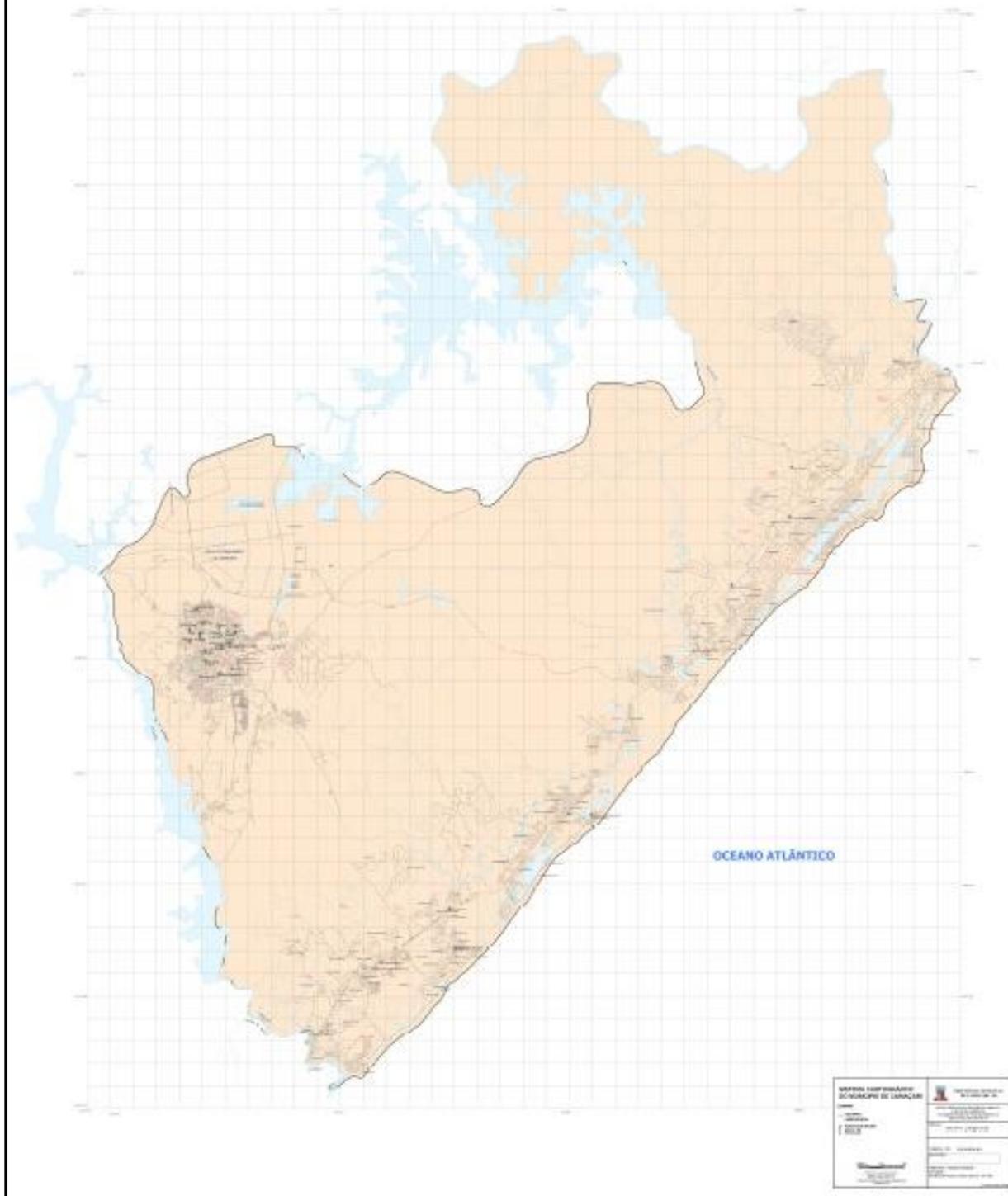
Fonte: Divisão Hidrográfica Nacional, Resolução nº. 32, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, de 15 de outubro de 2003. Disponível em: <<http://www.cnrh-srh.gov.br/delibera/resolucoes/R032.htm>>. Acesso em jul. 2008.

ANEXO B – Mapa das Regiões de Planejamento e Gestão das Águas (RPGA's) do Estado da Bahia



ANEXO C – Mapa da região urbana do município de Camaçari

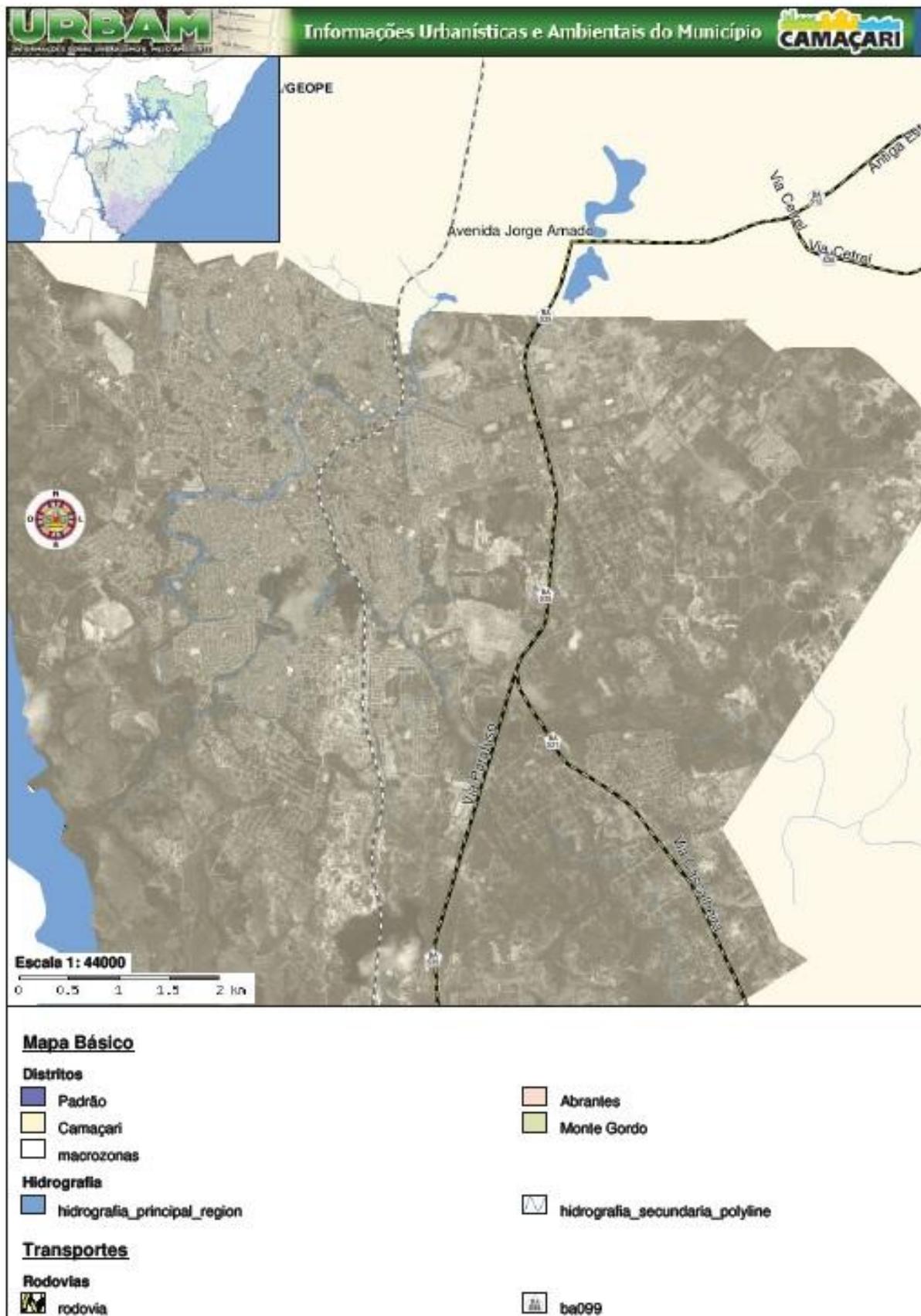
# CAMAÇARI



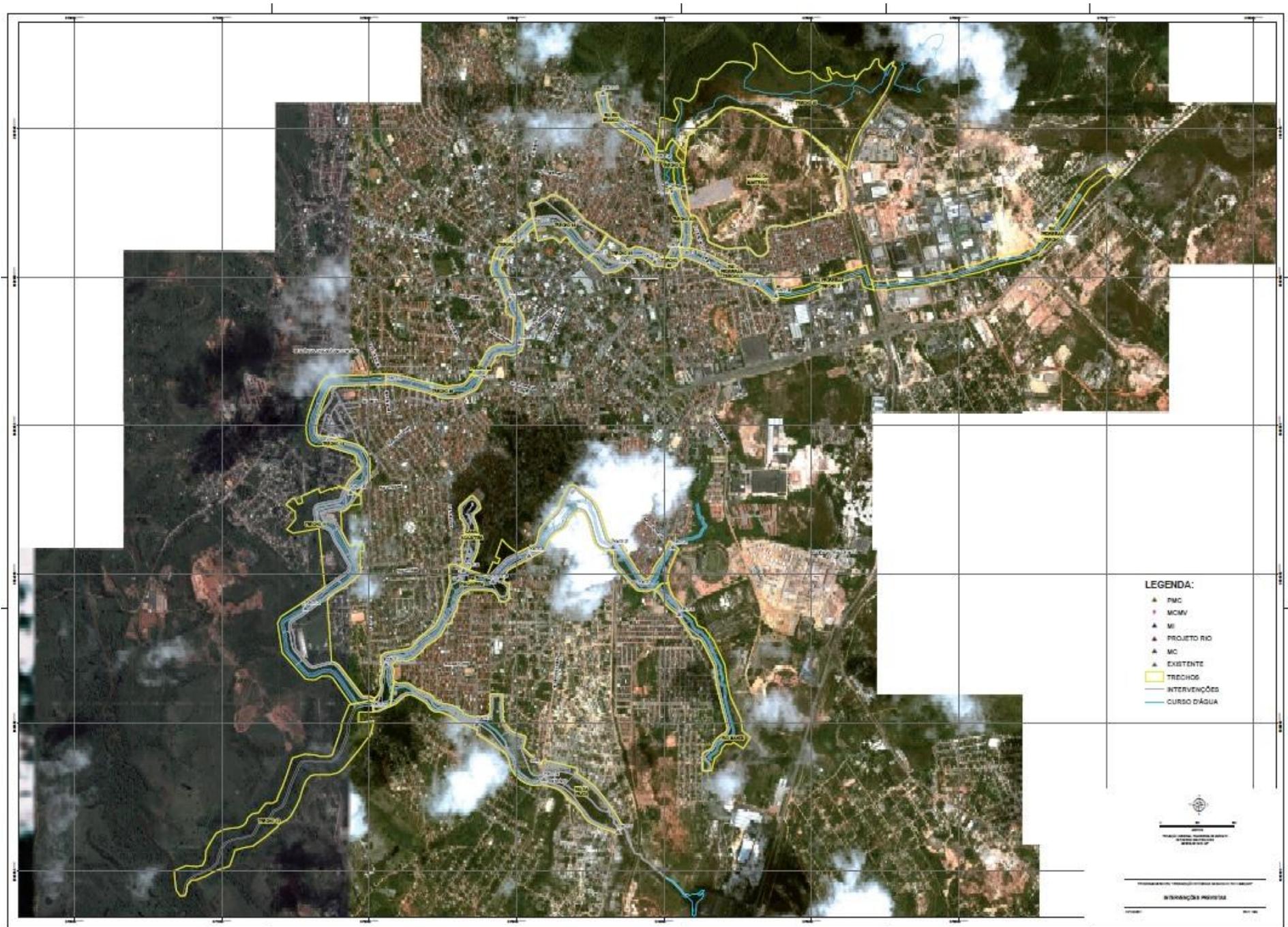
## ANEXO D – Mapa da Bacia do Recôncavo Norte



ANEXO E – Mapa da Sub-bacia do rio Camaçari



ANEXO F – Mapa do projeto de urbanização integrada do rio Camaçari



ANEXO G – Resolução CONAMA 357/2005, Capítulo II (Classificação dos corpos de água em classes de qualidade)

## **RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005**

Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

### **CAPÍTULO II**

#### **DA CLASSIFICAÇÃO DOS CORPOS DE ÁGUA**

Art.3º As águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade.

Parágrafo único. As águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em uso menos exigente, desde que este não prejudique a qualidade da água, atendidos outros requisitos pertinentes.

#### **Seção I**

##### **Das Águas Doces**

Art. 4º As águas doces são classificadas em:

I - classe especial: águas destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;

b) à proteção das comunidades aquáticas;

c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;

d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e

e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;

b) à proteção das comunidades aquáticas;

c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;

d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e

e) à aqüicultura e à atividade de pesca.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;

b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;

c) à pesca amadora;

d) à recreação de contato secundário; e

e) à dessedentação de animais.

V - classe 4: águas que podem ser destinadas:

a) à navegação; e

b) à harmonia paisagística.

## **Seção II**

### **Das Águas Salinas**

Art. 5º As águas salinas são assim classificadas:

I - classe especial: águas destinadas:

a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e

b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;

b) à proteção das comunidades aquáticas; e

c) à aquicultura e à atividade de pesca.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

a) à pesca amadora; e

b) à recreação de contato secundário.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

a) à navegação; e

b) à harmonia paisagística.

## **Seção II**

### **Das Águas Salobras**

Art. 6º As águas salobras são assim classificadas:

I - classe especial: águas destinadas:

a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e,

b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;

b) à proteção das comunidades aquáticas;

c) à aqüicultura e à atividade de pesca;

d) ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; e

e) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e à irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

a) à pesca amadora; e

b) à recreação de contato secundário.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

a) à navegação; e

b) à harmonia paisagística.