



Universidade Federal do  
Recôncavo da Bahia

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS  
GRADUAÇÃO ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

# **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO SUBAÉ**

HERLAN SILVA DO CARMO NASCIMENTO

CRUZ DAS ALMAS, FEV/2016.

Dedico este trabalho aos meus pais como forma de agradecimento a todo esforço que sempre fizeram por mim.



CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS  
GRADUAÇÃO ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

# **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO SUBAÉ NO PERÍODO DE 2012 A 2015.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dra. SELMA CRISTINA DA SILVA

HERLAN SILVA DO CARMO NASCIMENTO

CRUZ DAS ALMAS, FEV/2016

# **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO SUBAÉ**

HERLAN SILVA DO CARMO NASCIMENTO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a banca examinadora, constituída pelos professores:

---

Profª Dra. SELMA CRISTINA DA SILVA

---

Profª Dra. ALESSANDRA CRISTINA SILVA VALENTIM

---

Profª MsC. ANAXSANDRA DA COSTA LIMA DUARTTE

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por me dar saúde e força para conseguir concluir esta etapa da vida;

Aos meus pais, por me mostrarem a importância do estudo e pelo constante otimismo e apoio demonstrados por eles durante toda esta jornada e por tudo que fizeram para me beneficiar da melhor maneira possível sempre, por isso, seria muito pouco dizer-lhes simplesmente muito obrigado, amo vocês;

De forma muito especial, quero expressar um imenso agradecimento a minha namorada Cristina Oliveira, pela paciência, companheirismo, compreensão e principalmente, pelo incentivo, sempre me dando força para enfrentar as dificuldades. Sua companhia é maravilhosa e tão especiais são os momentos que passamos juntos, muito obrigado;

À minha toda família, agradeço, o apoio incondicional, moral e afetivo durante todos os anos da graduação, em especial minha irmã Raiane Nascimento e meu primo-irmão Gefferson do Carmo, por sempre acreditar e estarem dispostos a ajudar no que precisasse;

A minha orientadora, Prof. Dra. Selma Cristina, o qual certamente expressei toda minha gratidão pelo seu profundo comprometimento na orientação do presente trabalho.

Aos membros da banca, pela disponibilidade;

Aos docentes do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental por todo conhecimento adquirido, serei eternamente grato;

Quero agradecer pelo apoio de todos os meus colegas e amigos;

Por fim, a todos aqueles que acreditaram no meu sucesso, muito obrigado.

## RESUMO

O mundo moderno se preocupa cada vez mais com a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos restantes no planeta Terra. A água é um recurso necessário para a sobrevivência da humanidade, demanda em grande parcela para atividades agrícolas domésticas e industriais. Esses setores usuários geram resíduos líquidos e sólidos que são lançados direta ou indiretamente nos corpos d'água interferindo na sua qualidade. Destes, o primeiro tem maior interferência uma vez que se constituem a principal fonte de destinação dos mesmos, seja tratado ou não. No Brasil a degradação dos recursos hídricos é uma preocupação em função dos baixos índices de coleta e tratamento de esgotos. Assim, este trabalho teve o objetivo de avaliar a qualidade da água no Rio Subaé com dados das análises feitas pelo INEMA, verificando se a qualidade atual está ou não compatível com o seu enquadramento. Esta análise foi realizada obtendo-se os dados de qualidade da água de 4 (quatro) pontos da rede de monitoramento do referido órgão, localizados nos municípios de Feira de Santana e Santo Amaro, na Bahia, disponibilizados na plataforma de dados MONITORA. Estes dados foram coletados e transformados em tabelas e gráficos para análise e interpretação da qualidade da água com base na Resolução CONAMA nº 357/05. Também foram utilizados os dados do Índice de Qualidade da Água (IQA) e do Índice de Estado de Trófico (IET) para subsidiar a discussão. Foi observado que os pontos localizados, em áreas urbanas, têm as águas com qualidade comprometida por despejos de esgotos domésticos e industriais, principalmente no ponto de coleta localizado no município de Feira de Santana. Durante o período avaliado o ponto de coleta 1 apresentou qualidade ruim e nos outros pontos, a qualidade da água foi classificada como boa. Com relação ao grau de trófia, os pontos 1 e 4 apresentaram-se como hipereutrófico e os pontos 2 e 3 como eutrófico.

**Palavras chaves:** Qualidade da água, Índice de Qualidade da água e Índice de Estado de Trofia.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Região de Planejamento e Gestão das Águas Recôncavo Norte e Inhambupe .....	15
<b>Figura 2.</b> Delimitação da Bacia do rio Subaé. ....	17
<b>Figura 3:</b> Mapa de uso e ocupação do solo na bacia do rio Subaé. ....	19
<b>Figura 4:</b> Escala de classificação das águas doces e seus usos.....	26
<b>Figura 5:</b> Localização dos pontos de coleta .....	43
<b>Figura 6:</b> Índice de Qualidade da Água no ponto 1. ....	49
<b>Figura 7:</b> Índice de Estado Trófico no ponto1, utilizando as concentrações de P e de Clorof.-a..	50
<b>Figura 8:</b> Índice de Estado Trófico no ponto1, utilizando somente as concentrações de P .....	50
<b>Figura 9:</b> Índice de Qualidade da Água no ponto 2.....	51
<b>Figura 10:</b> Índice de Estado Trófico no ponto 2 utilizando as concentrações de P e de Clorof-a..	52
<b>Figura 11:</b> Índice de Estado Trófico no ponto 2, utilizando somente as concentrações de P .....	52
<b>Figura 12:</b> Índice de Qualidade da Água no ponto 3 .....	54
<b>Figura 13:</b> Índice de Estado Trófico no ponto 3 utilizando as concentrações de P e de Clorof-a..	55
<b>Figura 14:</b> Índice de Estado Trófico no ponto 3, utilizando somente as concentrações de P.....	55
<b>Figura 15:</b> Índice de Qualidade da Água no ponto 4 .....	57
<b>Figura 16:</b> Índice de Estado Trófico no ponto 4 utilizando as concentrações de P e de Clorof-a ..	57
<b>Figura 17:</b> Índice de Estado Trófico no ponto 4, utilizando somente as concentrações de P.....	58

## **LISTA DE QUADROS**

<b>Quadro 1:</b> Classificação das demandas na RPGA do Recôncavo norte e Inhambupe .....	16
<b>Quadro 2:</b> Classes De usos da água de acordo com a Resolução CONAMA n° 357 .....	26
<b>Quadro 3:</b> Escala de categoria da qualidade das águas .....	38
<b>Quadro 4:</b> Classes do estado trófico e as características .....	39
<b>Quadro 5:</b> Pontos a serem analisados e sua localização.....	44
<b>Quadro 6:</b> Métodos utilizados pelo INEMA para análise físico-química da água .....	45



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Dados populacionais nos municípios do rio Subaé .....	20
<b>Tabela 2:</b> Área em Km <sup>2</sup> da Bacia do Subaé pelos diferentes usos .....	21
<b>Tabela 3:</b> Dados do Saneamentos básico nos municípios do rio Subaé .....	23
<b>Tabela 4:</b> Valores limites de alguns parâmetros segundo a CONAMA n° 357 .....	28
<b>Tabela 5:</b> Resultado da análise de parâmetros químicos e biológicos .....	40
<b>Tabela 6:</b> Quantificação da análise de coliformes totais e Enterococcus sp. no rio Subaé, São Francisco do Conde, BA .....	41
<b>Tabela 7:</b> Parâmetros de qualidade da água por ponto de monitoramento nas nascentes do rio Subaé, Feira de Santana, Ba .....	42
<b>Tabela 8:</b> Pesos correspondentes aos parâmetros envolvidos no IQA .....	47
<b>Tabela 9:</b> Resultados das análises no ponto de coleta 1.. .....	48
<b>Tabela 10:</b> Resultados das análises no ponto de coleta 2 .. .....	51
<b>Tabela 11:</b> Resultados das análises no ponto de coleta 3.. .....	54
<b>Tabela 12:</b> Resultados das análises no ponto de coleta 4.. .....	57

## **LISTA DE SIGLAS**

ANA – Agência Nacional de Águas

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

CE - Condutividade Elétrica

CEPRAM - Conselho Estadual do Meio Ambiente

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CIS - Centro Industrial do Subaé

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DQO – Demanda Química de Oxigênio

EMBASA - Empresa Baiana de Água e Saneamento

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IQA – Índice de Qualidade da Água

IET – Índice de Estado Trófico

INEMA – Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos

INGÁ - Instituto de Gestão das Águas e Clima

NE – Valor não especificado

OD – Oxigênio Dissolvido

PERH – Plano Estadual de Recursos Hídricos

pH – potencial Hidrogeniônico

RCN – Recôncavo Norte

RPGA - Região de Planejamento e Gestão das Águas

SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

SUB - Bacia do rio Subaé

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	133
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	14
2.1 Objetivo geral.....	144
2.2 Objetivos específicos.....	144
<b>3. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SUBAÉ</b> .....	144
3.1 Enquadramento do rio .....	17
3.2 Uso e ocupação do solo.....	18
3.3 Saneamento básico.....	21
3.4 Mineração.....	22
3.5 Indústrias .....	23
<b>4. QUALIDADE DA ÁGUA</b> .....	25
<b>4.1. PARÂMETROS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS E SUA IMPORTÂNCIA SANITÁRIA.</b> ..	27
4.1.1 Oxigênio Dissolvido (OD).....	28
4.1.2 Coliformes Termotolerantes .....	29
4.1.3 Potencial Hidrogeniônico (pH).....	29
4.1.4 Condutividade Elétrica (CE).....	30
4.1.5 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).....	30
4.1.6 Demanda Química de Oxigênio (DQO) .....	31
4.1.7 Nitrogênio Total.....	31
4.1.8 Fósforo .....	32
4.1.9 Turbidez.....	33
4.1.10 Sólidos Totais .....	33
4.1.11 Sólidos Sedimentáveis .....	34
4.1.12 Temperatura .....	34
4.1.13 Clorofila “a” .....	34
<b>4.2 ÍNDICES DA QUALIDADE AMBIENTAL DAS ÁGUAS</b> .....	35
4.2.1 Índice de Qualidade da Água (IQA) .....	36
4.2.2 Índice de Estado Trófico (IET) .....	37
<b>4.3 SITUAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO SUBAÉ SEGUNDO DIFERENTES</b> <b>AUTORES</b> .....	38
<b>5. METODOLOGIA</b> .....	42
5.1. Índices de Qualidade da Água (IQA) e Índice de Estado Trófico (IET) .....	44

<b>6. RESULTADOS.....</b>	<b>47</b>
<b>7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>58</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>60</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um elemento fundamental à vida e indispensável ao desenvolvimento humano. Apesar da grande quantidade de água existente no planeta, apenas um pequeno percentual de água doce está apropriada para as atividades humanas.

A quantidade de água do planeta se mantém invariável há bilhões de anos, mas a qualidade da água disponível para uso é que vem sendo severamente reduzida e os mananciais seriamente ameaçados pelo lançamento de esgotos e outros contaminantes. Alguns aspectos desta crise vêm sendo discutidos por autoridades políticas, organizações não-governamentais e outras instituições, mas a grande maioria da população ainda não percebeu a importância desta questão.

O processo de urbanização e o crescimento populacional contribuíram significativamente para a deterioração da qualidade da água. Esse processo foi intensificado após a revolução industrial quando as indústrias passaram a lançar uma maior quantidade de efluentes nos mananciais superficiais.

No município de Feira de Santana/BA, com a criação do Centro Industrial do Subaé (CIS), criado em 1970 começou-se a ter uma preocupação com os possíveis danos que este centro poderia causar ao ambiente, “principalmente nos recursos hídricos, uma vez que a qualidade da água dos corpos aquáticos brasileiros tem sido alterada e os mecanismos de controle e prevenção não cresceram nas mesmas proporções que a população e as atividades industriais” (SANTOS, 2014). Uma das maiores preocupações em torno do CIS cuja área residencial vem crescendo e ficando cada vez mais próximo da área industrial, é o rio Subaé, que recebe todos os despejos líquidos desses dois setores usuários.

As alterações na qualidade da água do rio Subaé são evidentes e as indústrias do CIS podem estar contribuindo para essas alterações por meio do lançamento de efluentes sem tratamento ou tratados contendo ainda elevadas concentrações de poluentes por, provavelmente, estarem usando um tratamento inadequado ou por não possuírem recursos suficientes para uso de tecnologias avançadas ou até mesmo por estar despejando seus efluentes sem nenhum tipo de tratamento. Sendo assim, este trabalho se justifica uma vez que ao conhecer as características qualitativas e quantitativas da água, poder-se-á chegar a um tipo de tecnologia, de custo baixo ou razoável que possa promover a despoluição da água residuária da indústria produzindo efluentes com

concentrações que não venham a comprometer a sua qualidade, de acordo com os padrões estabelecidos pela legislação vigente no Brasil.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Avaliar a qualidade da água do rio Subaé verificando se a condição de classe atual está ou não compatível com o seu enquadramento no período de 2012 a 2015.

### **2.2. Objetivos específicos**

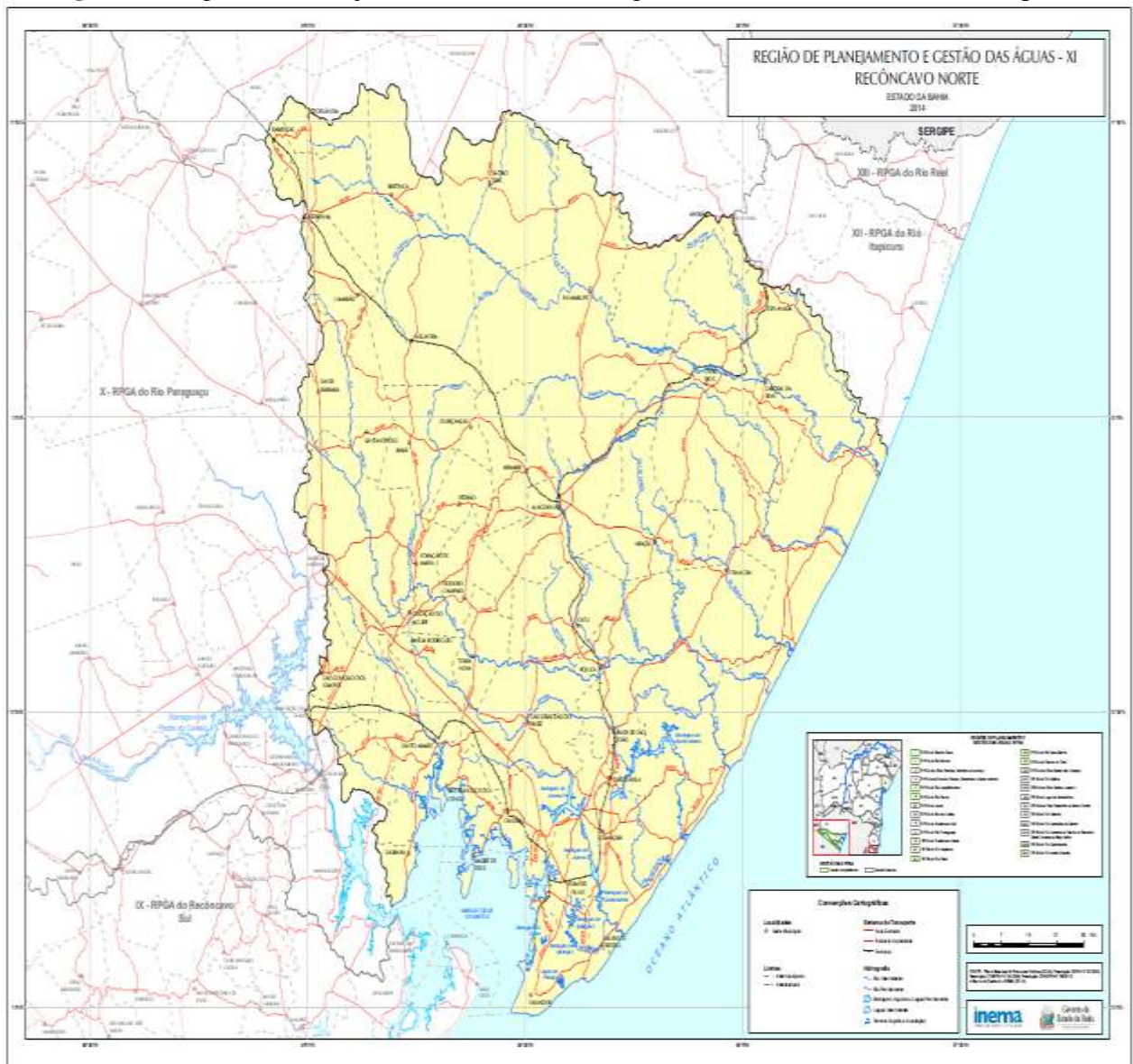
- Avaliar a condição de qualidade da água e o estado de eutrofização do rio subaé utilizando dados secundários ;
- Fazer a caracterização da bacia hidrográfica do rio subaé;

## **3. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SUBAÉ**

A bacia do rio Subaé esta inserida na Região Hidrográfica do Atlântico Leste que contempla 526 municípios, capitais de Estado como Aracaju e Salvador e parques industriais. A área desta região compreende 374.677 km<sup>2</sup> (ANA, 2010).

A bacia do rio Subaé integra a chamada *Região de Planejamento e Gestão das Águas Recôncavo Norte e Inhambupe (RPGA - XI)*, conforme Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Bahia (2005). A **Figura 1** ilustra a posição da RPGA XI que está situada entre as coordenadas de 12°00' a 13°00' da latitude Sul e 37°30' a 39°10' de longitude Oeste. Além da bacia do rio Subaé essa RPGA engloba as bacias dos rios Subaúma, Sauípe, Pojuca, Joanes e Açu, tendo sua área total é de 7.600 km<sup>2</sup>, abrangendo 40 municípios, dos quais 10 pertencem à Região Metropolitana de Salvador (INEMA, 2005), onde ocorre as maiores demandas para atendimento para abastecimento de água público e industrial.

**Figura 1:** Região de Planejamento e Gestão das Águas Recôncavo Norte e Inhambupe.



Fonte: INEMA,2015.

A RPGA do Recôncavo Norte e Inhambupe, possui os seguintes aspectos relevantes (PERH-BA, 2005):

- O escoamento superficial é da ordem de 270 mm/ano (parcela da chuva que esco), sendo o índice de variabilidade, de 29%, possuindo um médio risco de estiagens;
- A potencialidade da água superficial per capita apresenta uma situação de estresse com uma taxa de 870 m<sup>3</sup>/habitante.ano, sendo que, quando se analisa a disponibilidade desta água superficial esta taxa reduz para metade deste valor;
- Foram identificadas cinco barragens com acumulação superior a 5 hm<sup>3</sup> que regularizam um total de 448.703.074 m<sup>3</sup>/ano.

- As vazões transferidas de outras Unidades de Balanço são oriundas da Barragem de Pedra do Cavalo, que é um dos principais mananciais que atendem a Região Metropolitana de Salvador, juntamente com as barragens localizadas nos rios Joanes e Jacuípe;
- O índice de utilização das demandas situa-se em torno de 13,5%, significando que a partir deste índice esta área possui uma situação de preocupante a crítica, exigindo intensa atividade de gerenciamento e grandes investimentos.

Esta classificação foi feita pelo Plano Estadual dos Recursos Hídricos.

**Quadro 1:** Classificação das demandas na RPGA do Recôncavo norte e Inhambupe (PERH – BA, 2005).

<b>Índice</b>	<b>Classificação</b>
IUU	Baixo
IOR	Muito Baixo
IOM	Muito Baixo
IOU	Muito Baixo

**Obs:** IUU - Índice de utilização das demandas urbanas; IOR - Índice de outorgas em relação à vazão referência; IOM - Índice de outorga em relação à vazão média; IOU - Índice de outorga das demandas de abastecimento urbano.

Esses resultados dos índices de demandas no geral muito baixos ocorre por conta da proximidade com a Bacia do rio Paraguaçu, pois muitas cidades que estão situadas na RPGA do Recôncavo Norte e Inhambupe tem suas demandas atendidas pelo Complexo Hídrico de Pedra do Cavalo, que por sua vez faz parte da RPGA do rio Paraguaçu.

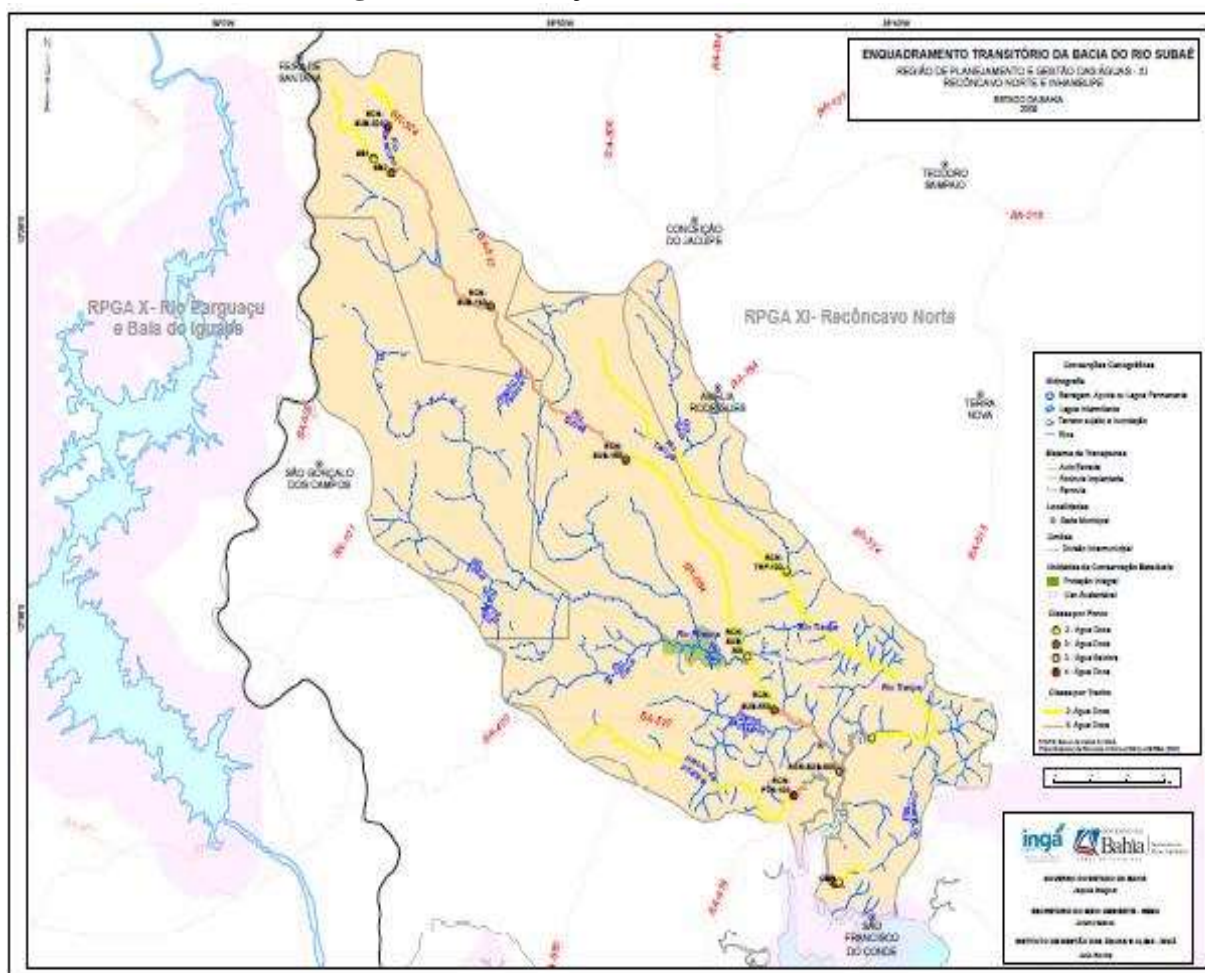
O rio Subaé tem sua nascente situada no município de Feira de Santana-Ba, que está localizada a 108 km de Salvador-Ba. As nascentes do rio estão localizadas em áreas consideradas periféricas e formam uma região de lagoas, sua foz desemboca na Baía de Todos os Santos. Os municípios que compõem esta bacia são: Feira de Santana, São Gonçalo dos Campos, Amélia Rodrigues, Santo Amaro da Purificação e São Francisco do Conde (PERH-BA, 2015).

A área de drenagem da bacia do rio Subaé é de 655 km<sup>2</sup>, com extensão de 55 km. A vazão média do rio Subaé é de 2,71 m<sup>3</sup>/s. Os principais afluentes: margem direita - rios Sergi, Sergi Mirim, Pitanga ou Pitinga, rio da Serra e Piraúna (afluente do Sergi) e na margem esquerda – rio Subaezinho, rio Traripe, rio do Macaco (afluente do Traripe) e rio Canto do Muro. A bacia do rio



Subaé (**Figura 2**) limita-se ao norte com a Bacia do rio Pojuca; ao leste com a Bacia do rio Jacuípe, ao sul com as Bacias dos rios Joanes, Açu e a Baía de Todos os Santos; a oeste com a bacia do rio Paraguaçu (INEMA, 2015).

**Figura 2:** Delimitação da bacia do rio Subaé.



Fonte: INEMA, 2015.

### 3.1. Enquadramento do rio

O enquadramento estabelece uma meta para um nível de qualidade de água ser alcançado ou mantido ao longo do tempo em um determinado corpo d'água. Neste sentido, o enquadramento não pode ser entendido como uma simples classificação e sim como um instrumento de planejamento, pois se toma como base os níveis de qualidade que um determinado corpo d'água deveria possuir ou ser mantido para atender as necessidades estabelecidas pela sociedade e não apenas a condição atual do corpo d'água em questão (ANA, 2015).

Trata-se de um instrumento de gestão muito importante para o controle da poluição das águas. Quanto melhor a qualidade da água desejada, menores devem ser as cargas poluidoras lançadas e maiores serão os custos para tratamento de esgotos, por necessitar, na maioria das vezes, de um tratamento não convencional, para gerar efluentes com qualidade que garantam a qualidade do d'água receptor compatível com seus usos.

No Brasil, o enquadramento é definido por classes de qualidade. Este sistema faz com que os padrões de qualidade estabelecidos para cada classe sejam formados pelos padrões mais restritivos em todos os usos contemplados naquela classe.

Segundo a Resolução CEPRAM N° 1.102 (BAHIA, 1995), o artigo 1° o rio Subaé e seus afluentes foram enquadrados na Classe 2, da nascente até a confluência com o rio Traripe. Vale ressaltar que no artigo 2°, o trecho do rio Subaé compreendendo entre a confluência com o rio Traripe até sua foz (zona estuarina), na Baía de Todos os Santos, inclusive o canal de São Brás foi enquadrado na classe 7. Levando em consideração o que estabelecia a Resolução CONAMA n° 20/86, assim sendo, o rio deverá ser readequado com base na legislação vigente, pois nesta não existe mais classe 7. A classe 7 (CONAMA N° 20/86) é compatível com a classe 3 da Resolução CONAMA N° 357/05.

### **3.2. Uso e ocupação do solo**

O crescimento da população urbana deve ser acompanhado por infraestrutura adequada, a fim de controlar o uso e ocupação do solo que afeta a qualidade dos corpos d'água, em decorrência do lançamento de efluentes domésticos e industriais sem tratamento. O município mais populoso e de maior densidade demográfica da bacia do rio Subaé é Feira de Santana. A bacia do rio Subaé possui uma população urbana maior do que a rural, como mostra a **Tabela 1** (INEMA, 2015). Isso reflete na qualidade da água do rio, pois na área urbana existem as maiores atividades da bacia tendo como consequência da geração de quantidades elevadas de resíduos líquidos e sólidos que não são bem gerenciados e acaba contribuindo para alteração da qualidade das águas.

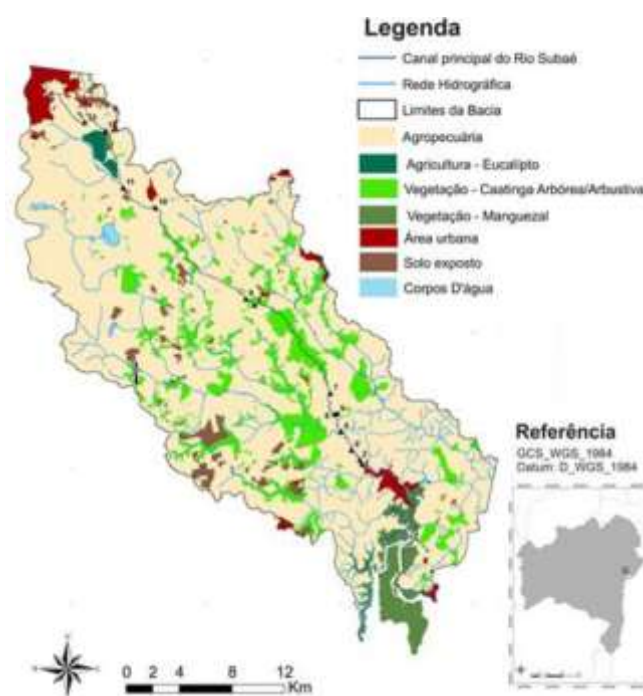
**Tabela 1:** Dados populacionais dos municípios da Bacia do Rio Subaé.

Município	População Urbana	População Rural	População
Amélia Rodrigues	19.957	5.233	25.192
Feira de Santana	510.635	46.007	556.642
Santo Amaro	44.766	13.034	57.800
São Francisco do Conde	27.391	5.792	33.183
São Gonçalo dos Campos	16.505	16.778	33.283
<b>TOTAL</b>	<b>619.254</b>	<b>86.844</b>	<b>706.100</b>

Fonte: IBGE (2010).

Diante das questões ambientais, sociais e econômicas as discussões sobre o uso e ocupação do solo vêm evoluindo em função de estudos que estão sendo desenvolvidos, buscando garantir sua sustentabilidade (IBGE, 2013).

SANTOS (2013) identificou seis usos e ocupação do solo, sendo eles: área urbana, corpos d'água, solo exposto, vegetação – caatinga arbórea/arbustiva, vegetação – manguezal e agropecuária, (Figura 3).

**Figura 3:** Mapa de uso e ocupação do solo na bacia do rio Subaé.

Fonte: SANTOS, 2013.

As áreas utilizadas por para cada tipo de uso e seus respectivos percentuais podem ser observados na **Tabela 2**.

**Tabela 2:** Área (Km<sup>2</sup>) da bacia do subaé ocupada pelos diferentes usos.

Ocupação	Área (Km <sup>2</sup> )	%
Agropecuária/ Agricultura	493,438	77,6
Caatinga Arbórea/arbustiva	78.841	12,2
Manguezal	24.376	3,8
Área Urbana	17.530	2,7
Solo Exposto	19.036	2,9
Corpo D'água	5.091	0,8

Fonte: SANTOS, 2013.

Observou que o uso excessivo de agrotóxicos (defensivos agrícolas e fertilizantes) é o principal causador da degradação da qualidade da água nos mananciais em áreas rurais (SANTOS, 2013). A contaminação ocorre pelo carreamento destes agrotóxicos, no período de chuvas mais intensas, que alcançam os corpos d'água. Na bacia do rio Subaé as atividades agrícolas em sua maior parte são formadas pela agricultura familiar onde a maior parte das lavouras são temporárias. Segundo a mesma autora, 0,5% da área da bacia que corresponde a 3.554 km<sup>2</sup> é utilizada para plantação de eucalipto. Essa área encontra-se localizada no município de Feira de Santana-BA, o que causa impactos ambientais sobre a bacia do rio Subaé, como a retirada de nutrientes do solo.

A agropecuária é resultado da combinação entre a agricultura e pecuária, por conta de uma mesma área ser utilizada tanto para a agricultura como para pecuária, ou seja, a agricultura de culturas temporárias é realizada nos períodos de chuva, e nos períodos de seca, os animais (bovinos, equinos e caprinos) são criados soltos (agropecuária). Esta é o tipo de uso predominante na bacia, correspondendo a 77,6% de toda a área (**Tabela 2**).

A vegetação nativa é composta pela caatinga arbóreo-arbustiva e pela vegetação típica de manguezal. A Caatinga arbóreo-arbustiva já foi bastante degradada, sendo retirada para pastos, para atividades agrícolas e extração de lenhas. Com a falta de fiscalização de órgãos competentes, hoje se encontra apenas resquícios da Caatinga, com mata rala ou mais arbustiva, e em outros trechos o solo aparece quase descoberto, possuindo arbustos isolados. Essa área corresponde a 12,2% da área total da bacia (**Tabela 2**). Em grande parte das margens do rio Subaé houve a retirada da mata ciliar, o que causa assoreamentos e outros diversos impactos ambientais. Já a

vegetação de manguezal que corresponde 3,8% da área total da bacia (**Tabela 2**), ocupa uma área que se estende desde a foz do rio Subaé, localizada no município de Santo Amaro até a Baía de Todos os Santos. Porém a acelerada expansão urbana do município pode causar impactos nos manguezais.

A classe Solo exposto que representa 2,9% da área total indica o alto nível de degradação. A cobertura vegetal foi retirada para pastos, atividades agrícolas e extração de lenhas deixando o solo desnudo, exposto as ações das intempéries, o que pode provocar erosão ou a compactação do solo.

A classe de ocupação Corpos D'água representa a menor área de todas, sendo apenas 0,8% do total da área da bacia (**Tabela 2**). Esta é formada por pequenos açudes, tanques e, sobretudo lagoas que alimentam afluentes que deságuam no rio Subaé.

### **3.3. Saneamento básico**

A precariedade dos serviços de Saneamento Básico compromete diretamente a qualidade da água, além de causar problemas de saúde pública. As comunidades ribeirinhas, não são totalmente atendidas pelos serviços de abastecimento de água (ANA, 2015). Assim, a população muitas vezes recorre ao uso de águas de poço e de rios cuja qualidade está em desacordo com os padrões de potabilidade, em consequência da disposição inadequada de esgotos sanitários e efluentes industriais que alcançam as águas utilizadas para consumo humano.

O consumo da água com qualidade inadequada pode causar problemas de saúde pública, acometendo a população com as doenças de veiculação hídrica, como: diarreias, esquistossomose, cólera, febre tifoide etc. Nota-se que todas as sedes municipais na bacia do rio Subaé dispõem de serviços de abastecimento de água. Quanto ao esgotamento sanitário apenas Amélia Rodrigues não possui estação de tratamento de esgoto (**Tabela 3**) (IBGE, 2013).

Todos os municípios possuem serviços de coleta de lixo. Os resíduos sólidos coletados dos municípios de Feira de Santana, Santo Amaro, São Francisco do Conde e São Gonçalo dos Campos são dispostos em aterro sanitário, já Amélia Rodrigues dispõem seus resíduos em lixão (**Tabela 3**).

**Tabela 3:** Dados do Saneamento Básico nos Municípios da Bacia Rio Subaé.

Município	Água Tratada (m <sup>3</sup> /dia)	Esgoto Tratado (m <sup>3</sup> /dia)	Resíduos Sólidos	
			Coletado (t/dia)	Forma de Disposição
Amélia Rodrigues	2,66	0	19,0	Lixão
Feira de Santana	94,26	36,07	426,97	Aterro Sanitário
Santo Amaro	6,67	2,38	36,0	Aterro Sanitário
São Francisco do Conde	11,46	1,27	20,8	Aterro Sanitário
São Gonçalo dos Campos	4,11	0,043	15,19	Aterro Sanitário

Fonte: SNIS (2013).

Os serviços de esgotamento sanitário e abastecimento de água dos municípios localizados na bacia do rio Subaé são prestados pela EMBASA - Empresa Baiana de Água e Saneamento (INEMA, 2015).

### 3.4. Mineração

A tecnologia da empresa francesa Penarroya, associou-se à Companhia Brasileira de Chumbo (COBRAC) para a implantação da mineradora no final da década de 50. Os funcionários começaram a ser contratados nos anos 60 pela COBRAC, depois pela Plumbum Mineração e Metalurgia Ltda (FUNASA, 2003).

O minério de chumbo era beneficiado pela Plumbum Mineração e Metalurgia Ltda no município de Boquira, localizado no Sudoeste Baiano. As ligas de chumbo eram produzidas pela mesma empresa em Santo Amaro, no Recôncavo Baiano. A tragédia (contaminação por chumbo na cidade) que se iniciou nos anos 60 desdobra-se até hoje. Em dezembro de 1993, a empresa Plumbum depois de funcionar por 33 anos, fechou as portas, deixando todos os equipamentos e também cerca de 500 mil toneladas de rejeitos. Durante este período o faturamento estimado foi de cerca de US\$ 500 milhões. (MAZONI e MINAS, 2009).

Os rejeitos da produção eram descartados de maneira inadequada o que transformou Santo Amaro na cidade mais poluída por chumbo do mundo e com vários ecossistemas degradados. Os danos causados ao meio ambiente tiveram como consequência, a contaminação da população local. (MACHADO, 2004).

Segundo RABELO (2010), as antigas emissões atmosféricas da Plumbum sem nenhum tipo de tratamento ainda influenciam na contaminação do solo e da água da região por meio das chuvas. O autor observou também que os níveis de concentração de cádmio e chumbo, nas áreas próximas da fábrica, no limite geográfico de até 4,5 km, encontravam-se muito acima dos índices de referência recomendados pelas legislações pertinentes, considerando uso residencial, agrícola e industrial.

Segundo (ANDRADE, 2012), ao longo de todos esses anos o rio Subaé recebeu toneladas de metais pesados, contaminando também parte da Baía de Todos os Santos. A rotina de marisqueiras e pescadores do referido rio, não deixou de tirar do mangue ou das coroas os mariscos, que garantem a sobrevivência de muitas famílias locais. Portanto, houve uma a continuação do consumo de peixes e mariscos, especialmente o sururu, mesmo tendo o seu consumo desaconselhado pelo Ministério da Saúde após ter sido realizada a Avaliação de Risco à Saúde Humana por Metais Pesados no município.

### **3.5. Indústrias**

Os efluentes industriais gerados pelas indústrias ao serem despejados sem o devido tratamento causam a alteração de qualidade nos corpos d'água receptores e conseqüentemente a sua degradação.

Dependendo do ramo industrial e da tecnologia adotada, a água resultante dos processos industriais (efluentes industriais) pode carregar resíduos tóxicos, como metais pesados e restos de materiais em decomposição. Essas águas residuárias quando lançadas sem tratamento nos corpos d'água ou depois de tratadas ainda com elevadas concentrações de poluentes, podem alterar a qualidade destes corpos d'água, causando a sua degradação. Aliado ao lançamento das águas residuárias domésticas e industriais, os resíduos sólidos, gerados por estes dois setores usuários, também contribuem para essa degradação quando não gerenciados adequadamente. (GIORDANO,1999)

A atividade industrial na bacia do rio Subaé é marcada pela presença de indústrias de embalagem, materiais plásticos, produtos químicos, alimentícios, couro, bebidas, processamento de derivados do petróleo, agroindústria açucareira e metalurgia. A maior parte destas indústrias estão

localizados no CIS-Centro Industrial do Subaé no município de Feira de Santana, criado em 1970 (BAHIA, 2015).

Essas indústrias lançam seus efluentes no rio Subaé e quando os processos não produzem efluentes com qualidade satisfatória ou quando não realizam o tratamento destes, acabam comprometendo a qualidade da água.

Segundo (ANDRADE, 2012), ao percorrer o leito de um dos afluentes do rio Subaé, o rio Pitinga, é nítida a poluição do corpo hídrico. A água de cor bastante escurecida exala odor fétido do encontro com rio Subaé, até o local de lançamento dos efluentes (sem nenhum tipo de tratamento) de uma fábrica de papel, em atividade em Santo Amaro-Ba.

#### 4. QUALIDADE DA ÁGUA

O termo "qualidade de água", não se refere, necessariamente, a um estado de pureza, mas simplesmente às características físicas, químicas e biológicas, a partir destas características são estipuladas diferentes usos para a água. Assim, a política normativa nacional de uso da água, procura estabelecer parâmetros que definem limites aceitáveis de impurezas, considerando os diferentes tipos de uso. A legislação que trata do controle de qualidade da água no Brasil, atualmente, é a Resolução CONAMA N°357/05 (BRASIL, 2005).

Segundo a referida Resolução, os corpos d'água são classificados, em treze classes, sendo cinco classes para águas doces (salinidade menor que 0,5%), quatro para águas salinas (salinidade igual ou superior a 30%) e quatro para águas salobras (salinidade superior a 0,5 e inferior a 30%) (**Quadro 2**). A classificação padronizada dos corpos de água possibilita que se fixem metas para atingir níveis de indicadores consistentes com a classificação desejada.

**Quadro 2** – Classes de usos de água de acordo com a Resolução CONAMA n° 357/05.

Classe	Usos
<b>Água Doce</b>	
Especial	Abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção; Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
Classe 1	Abastecimento doméstico após tratamento simplificado; proteção das comunidades aquáticas; recreação de contato primário; irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; criação natural e/ou



	intensiva (aquicultura) de espécie destinadas à alimentação humana.
Classe 2	Abastecimento após tratamento convencional; proteção das comunidades aquáticas; recreação de contato primário; irrigação de hortaliças e plantas frutíferas; criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.
Classe 3	Abastecimento após tratamento convencional; irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; dessedentação de animais.
Classe 4	Navegação; harmonia paisagística; usos menos exigentes
<b>Água Salinas</b>	
Especial	Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
Classe 1	Recreação de contato primário; à proteção das comunidades aquáticas; e a aquicultura e à atividade de pesca
Classe 2	Pesca amadora; e à recreação de contato secundário.
Classe 3	Navegação; e à harmonia paisagística.
<b>Água Salobras</b>	
Especial	Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e, à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
Classe 1	Recreação de contato primário; à proteção das comunidades aquáticas; à aquicultura e à atividade de pesca; ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; 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.
Classe 2	Pesca amadora; e à recreação de contato secundário.
Classe 3	Navegação; e à harmonia paisagística.

FONTE: CONAMA 357/05.

Como a Bacia do Rio Subaé foi enquadrada como sendo de Classe 2, deve ser utilizada para: proteção das comunidades aquáticas; recreação; irrigação; criação natural de espécies destinadas à alimentação humana; à pesca amadora; para descarte de efluentes domésticos e industriais.(INEMA, 2015)

As águas de Classe especial são utilizadas para usos que exijam grau de qualidade excelente, enquanto as de Classe 4 para usos que não tenham restrições com a qualidade da água, uma vez que essa apresenta qualidade ruim (**Figura 4**).

**Figura 4.** Escala de classificação das águas doces e seus usos.

Fonte: ANA (2015).

As águas de classe especial devem ter sua condição natural inalterada, não sendo permitido o lançamento de efluentes, mesmo que tratados, o que não ocorre nas demais classes, onde são admitidos níveis crescentes de poluição.

Para cada classe de uso das águas doces, salobras e salinas a Resolução CONAMA nº 357/05 estabelece limites de cada parâmetro de qualidade. O **Tabela 4** apresenta os limites para águas doces de Classe 2, dos parâmetros utilizados nesse trabalho.

**Tabela 4:** Valores limites de alguns parâmetros segundo a CONAMA 357/05.

PARÂMETRO/UNIDADE	LIMITE CONAMA 357/05
<b>Biológicos – Água</b>	
Clorofila a ( $\mu\text{g/L}$ )	30
Colif. termo (UFC/100mL)	NE
<b>Físicos – Água</b>	
Condutividade ( $\mu\text{mhos/cm}$ )	NE
Salinidade (‰)	<0,5
Sólidos em suspensão (mg/L)	NE
Sólidos totais (mg/L)	NE
STD (mg/L)	500
Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	NE
Turbidez (NTU)	100
<b>Químicos – Água</b>	
Alcalinidade total (mg $\text{CaCO}_3/\text{L}$ )	NE
DBO (mg/L)	5
DQO (mg $\text{O}_2/\text{L}$ )	NE

P Total (mg/L)	0,1
Nitrogênio Nitrato (mg N-NO <sub>3</sub> /L)	10,0
N Total (mg/L)	3,7 para pH ≤ 7,5 2,0 para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 para pH > 8,5
OD (mg/L)	>5
pH (sem unidade)	Ente 6 e 9

**Obs.:** NE – Valor não especificado.

#### 4.1. PARÂMETROS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS E SUA IMPORTÂNCIA SANITÁRIA

A composição natural das águas é influenciada diretamente pelas características geográficas da região em que este corpo hídrico está inserido e pelo uso que é dado à água através da ação antrópica. As características geográficas da região, tais como composição do solo e tipo de vegetação, influenciam as condições naturais das águas: pelo o aporte de materiais característicos nos solos que são lixiviados ou carregados pelas chuvas. As condições antrópicas estão ligadas aos diversos usos dados ao solo e ao recurso hídrico.

De acordo com ROCHA *et al.* (2004) nem todos os problemas relacionados à qualidade da água são devido a impactos causados pela atividade humana. Metais presentes na litosfera podem ciclar no ambiente como resultado da atividade geológica, incluindo ação vulcânica, atividades hidrotérmicas e longos períodos chuvosos. Porém, é indiscutível que a atividade humana interfere na qualidade das águas de forma considerável, sendo a poluição por matéria orgânica devido à ocupação humana um dos principais problemas ambientais do mundo.

A avaliação da qualidade da água quanto as suas características físicas, químicas, e biológicas, são avaliadas por meio de análise dos padrões de qualidade da água, através de diversos parâmetros.

Os parâmetros físicos estão relacionados aos aspectos estéticos. A presença de alguns materiais orgânicos, inorgânicos ou biológicos comprometem sanitariamente o uso da água quando se apresentam em quantidade excessiva. Entre estes parâmetros, destacam-se: condutividade, salinidade, sólidos em suspensão, sólidos totais, sólidos totais dissolvidos, temperatura e turbidez.

Os parâmetros químicos são importantes indicativos de elementos que reagem com a água, podendo influir nos organismos vivos caso a concentração seja excessiva e também indicar a poluição do meio aquático. Para este trabalho foram selecionados os seguintes parâmetros

químicos: potencial hidrogeniônico, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio, nitrogênio total, fósforo total, alcalinidade e nitrato.

Quando o objetivo for analisar a poluição hídrica, devem ser considerados os parâmetros bacteriológicos, que são bons indicativos das condições atuais de qualidade da água. As bactérias são os indicadores biológicos mais comuns para avaliar o grau de contaminação de origem fecal um corpo d'água. Para este trabalho foram selecionados os parâmetros biológicos: clorofila e coliformes termotolerantes.

As características e da importância sanitária desses parâmetros são abordadas nos tópicos que se seguem.

#### 4.1.1. Oxigênio Dissolvido (OD)

O OD é um parâmetro que pode ser medido em campo ou em laboratório, é de vital importância para os organismos aeróbios. Baixas concentrações de OD indicam processos de oxidação de substâncias lançadas nos rios. As águas poluídas tendem a ser aquelas que apresentam baixa concentração de OD. O grande consumo de oxigênio dissolvido pelas bactérias aeróbias pode ser associado à presença de matéria orgânica, sendo um indicativo do nível de poluição. Enquanto que, as águas limpas tendem a apresentar concentrações de OD elevadas, atingindo níveis pouco abaixo da concentração de saturação (FUZINATTO, 2009).

Desta forma vale salientar que o OD é o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição por despejos orgânicos, quando relacionam os baixos teores de oxigênio devido à grande presença de bactérias que decompõem a matéria orgânica e consomem o oxigênio. Portanto, quanto maior a presença de oxigênio, menor o índice de poluição.

O OD é de essencial importância para os organismos aeróbios, pois caracteriza os corpos d'água. Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo vir a causar uma redução da sua concentração no meio, e acarretar a morte de diversos seres aquáticos. Como exemplo se tem os peixes que vivem em rios e necessitam do OD na água para a sua sobrevivência. Caso o oxigênio seja totalmente consumido, tem-se a condição anaeróbia, com geração de maus odores. O oxigênio pode ser introduzido na água de forma natural pela dissolução do oxigênio atmosférico e produção pelos organismos fotossintéticos ou de forma artificial, forçando a aeração do rio por meio de Aeradores de Ar

Difuso (Difusores), que são utilizados em rios poluídos para recuperação da sua qualidade. (von SPERLLING, 1995).

#### 4.1.2. Coliformes Termotolerantes

Os coliformes são todos os bacilos Gram-negativos, aeróbicos facultativos, não fermentadores de esporos, oxidase-negativos. O grupo coliforme é composto por um número de bactérias que inclui os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwenia* e *Enterobactéria*. As bactérias coliformes termotolerantes multiplicam-se e têm a habilidade de fermentar carboidratos. A utilização das bactérias coliformes termotolerantes para indicar poluição sanitária se apresenta mais significativa que o uso das bactérias coliformes “totais”, porque as bactérias termotolerantes (fecais) estão restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente (CETESB, 2008).

As bactérias do grupo coliforme habitam normalmente o trato intestinal de animais de sangue quente, servindo, portanto como indicadores de contaminação fecal. A presença de coliformes termotolerantes na água pode causar doenças transmitidas pela água contaminada por fezes, tais como, febre tifoide, febre paratifoide, desinteira bacilar e cólera, nas pessoas que consumirem a água sem o devido tratamento.

#### 4.1.3. Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH representa a concentração de íons de hidrogênio ( $H^+$ ), em escala antilogarítmica, o que indica se a água encontra-se ácida, neutra ou alcalina, apresentando uma variação de 0 a 14, sendo o seu valor neutro igual a 7,0. Águas com pH inferior a 7,0 são consideradas ácidas e com pH maior do que 7,0 são as básicas. Os elementos responsáveis pela variação do pH na água são os sólidos e gases dissolvidos, os quais podem ser provenientes de despejos domésticos (oxidação da matéria orgânica) ou industriais (von SPERLLING, 1995).

Valores de pH entre 6,0 e 9,0 são considerados responsáveis, em longo prazo, pela sobrevivência da maioria dos organismos aquáticos. A violação destes limites por longos períodos de tempo, ou fortes variações de pH em curto prazo, resultam na inibição dos processos metabólicos, na redução de espécies de organismos ou no poder de autodepuração de corpos d'água. O pH menor do que 5,0 ou maior do que 9,0 pode causar o desaparecimento de espécies aquáticas. Valores fora das faixas recomendadas podem alterar o sabor da água e contribuir para a corrosão do sistema de

distribuição de água, havendo assim, uma possível extração do ferro, cobre, zinco, chumbo e cádmio, dificultando a descontaminação da água. O pH influi na coagulação química e sedimentação nas estações de tratamento de água, sendo também importante nos processos biológicos e químicos das estações de tratamento de esgoto. Industrialmente, existem faixas adequadas de pH para utilização em cada tipo de indústria. Em corpos d'água, os valores elevados de pH, o que indica uma água alcalina, podem estar associados a proliferação de algas, assim como valores baixos ou elevados de pH podem indicar poluição por despejos industriais (von SPERLING, 2005).

#### 4.1.4. Condutividade Elétrica (CE)

Embora não seja um parâmetro integrante do padrão de potabilidade no Brasil, é somente monitorado nas estações de tratamento de maior porte. É um parâmetro que indica eventuais lançamentos de efluentes, por relacionar-se à concentração de sólidos dissolvidos (LIBÂNIO, 2008).

A condutividade elétrica é a expressão numérica da tendência de uma amostra de água em conduzir a corrente elétrica. Depende das concentrações iônicas e da temperatura. Indica o teor de sais existentes na coluna d'água, representando uma medida indireta da concentração de poluentes, níveis superiores a 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  indicam ambientes impactados por conta de sólidos dissolvidos em água. A condutividade também dá uma boa indicação das modificações na composição de uma água, principalmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. A condutividade da água se eleva à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados. Altos valores podem indicar características corrosivas da água (CETESB, 2008).

#### 4.1.5. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A DBO de uma água é a quantidade de oxigênio necessária para estabilizar (oxidar) a matéria orgânica, através de processos bioquímicos na decomposição realizados por bactérias aeróbias, para uma forma inorgânica estável. É, portanto, uma medida indireta da quantidade de matéria (von SPERLING, 1995).

A DBO é reconhecida como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica. A DBO se torna elevada num corpo d'água quando ocorrem despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode resultar no completo esgotamento do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática. (CETESB, 2008).

#### 4.1.6. Demanda Química de Oxigênio (DQO)

A DQO é a quantidade de oxigênio que se precisa para oxidação da matéria orgânica em um corpo hídrico através de um agente químico. Os valores da DQO, em geral, são maiores que os da DBO, sendo o teste realizado num prazo menor. O aumento da concentração de DQO num corpo d'água é causado, na maioria das vezes, por despejos de origem doméstica e industrial (CETESB, 2008).

A DQO é um parâmetro imprescindível nos estudos de descrição de esgotos sanitários e de efluentes industriais. É interessante a utilização da DQO conjuntamente com a DBO para observar a parcela biodegradável dos despejos. É considerada como um parâmetro importante no estudo de cursos de água e despejos industriais, pois constitui bom indicador de poluição da água (CETESB, 2008).

#### 4.1.7. Nitrogênio Total

O nitrogênio pode aparecer em diversas formas no meio aquático, tais como: nitrogênio molecular ( $N_2$ ) na forma de gás escapando para a atmosfera, nitrogênio orgânico (dissolvido e em suspensão), amônia e o nitrato (von SPERLING, 1995).

O Nitrogênio Total expressa a quantidade total de nitrogênio orgânico e amoniacal, a qual pode ser encontrada na forma de íon amônio ou do gás amônia, dependendo do pH encontrado na amostra. O nitrogênio orgânico é constituído pelo nitrogênio na forma dissolvida (compostos nitrogenados orgânicos) ou particulada (biomassa de organismos). Já o íon amônio é forma reduzida do nitrogênio, sendo encontrada em condições de anaerobiose e serve ainda como indicador do lançamento de esgotos com elevada carga orgânica.

Os despejos de nitrogênio nas águas de rios e lagos têm origem nos efluentes domésticos e industrial, além de estarem diretamente associados a excrementos de animais e fertilizantes

químicos utilizados em plantações. O nitrogênio é um elemento essencial para o crescimento de algas e quando despejado excessivamente nos corpos hídricos podem gerar causar a eutrofização, que é o crescimento exagerado destes microrganismos (von SPERLING, 1995).

A eutrofização leva a morte dos rios e lagos, em função da ausência de luz no meio (dificuldade penetração) e de níveis muito baixos de oxigênio (consumo na decomposição das algas). O nível de eutrofização está geralmente associado ao uso e ocupação do solo predominante na bacia hidrográfica.

O nitrogênio na forma de amônia livre presente nas águas afeta diretamente a vida aquática, e é tóxico aos peixes. Além disso, as formas do nitrogênio nas águas indicam o estágio de poluição, uma vez que a poluição recente está ligada ao nitrogênio na forma orgânica ou amônia e que a poluição mais antiga em termos de tempo de lançamento está ligada ao nitrito e ao nitrato (von SPERLING, 1995).

#### 4.1.8. Fósforo

O fósforo na água apresenta-se, principalmente, nas formas de ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico. Os ortofosfatos são diretamente disponíveis para o metabolismo biológico sem necessidade de conversões a formas mais simples. Os polifosfatos são moléculas mais complexas com dois ou mais átomos de fósforo. O fósforo orgânico é normalmente de menor importância. As formas do constituinte responsáveis pelo mesmo são os sólidos em suspensão e sólidos dissolvidos. Podem ser de origem natural (dissolução de compostos do solo e decomposição de matéria orgânica) e de origem antropogênica (despejos domésticos, despejos industriais, detergentes, excrementos animais e fertilizantes) (von SPERLING, 1995).

O fósforo aparece nas águas, devido, principalmente, as descargas de esgotos sanitários. Nestas, os detergentes utilizados em grandes quantidades no uso doméstico se constituem a principal fonte do fósforo. Alguns efluentes industriais, como os de indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios, apresentam concentrações elevadas de fósforo. As águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também contribuem para o aumento das concentrações de fósforo em águas naturais (CETESB, 2008).



Da mesma forma que o nitrogênio, o fósforo constitui-se em um dos principais nutrientes para os processos biológicos. O excesso de fósforo em esgotos sanitários e efluentes industriais conduz a processos de eutrofização das águas naturais, podendo causar forte diminuição do oxigênio dissolvido nas águas, uma vez que as bactérias utilizam na decomposição da matéria orgânica o oxigênio dissolvido tendo conseqüente morte de peixes e de outras formas de vida aquática no corpo hídrico.

#### 4.1.9. Turbidez

A turbidez não representa um problema no aspecto sanitário da água, porém é esteticamente desagradável na água potável e os sólidos em suspensão podem servir de abrigo para organismos patogênicos (von SPERLING, 1995).

A erosão das margens dos rios em épocas chuvosas, por exemplo, é um fenômeno que causa um aumento da turbidez das águas, assim como o lançamento efluentes domésticos. Uma elevada turbidez em um corpo hídrico pode diminuir a taxa de fotossíntese da vegetação submersa e das algas, esse desenvolvimento reduzido das plantas pode afetar diretamente as comunidades biológicas aquáticas, além de afetar de forma negativa os usos doméstico, industrial e de lazer dos corpos d'água (CETESB, 2008).

#### 4.1.10. Sólidos Totais

Os sólidos nas águas são toda matéria que se conserva como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado. Em termos gerais, as operações de secagem, calcinação e filtração são as que definem as diversas frações de sólidos presentes na água (sólidos totais, em suspensão, dissolvidos, fixos e voláteis).

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; além de reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo promovendo a decomposição anaeróbia (CETESB, 2009).

#### 4.1.11. Sólidos Sedimentáveis

Os sólidos podem ser orgânicos e inorgânicos e causar danos aos peixes e a vida aquática. Eles podem se sedimentar no leito dos rios destruindo organismos que fornecem alimentos, ou também danificar os leitos de desova de peixes. Os sólidos podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia (von SPERLING, 1995).

#### 4.1.12. Temperatura

A temperatura da água afeta diretamente todos os processos físico-químicos e biológicos que ocorrem nesse ecossistema. A temperatura exerce influência na velocidade em que acontecem as reações químicas, nas atividades metabólicas pela absorção de oxigênio dos organismos e na solubilidade de substâncias através da precipitação de compostos. A elevação da temperatura, em um corpo hídrico, aumenta a taxa de transferência de gases para a atmosfera, o que pode gerar mau cheiro (von SPERLING, 1995).

Nos casos de mananciais poluídos por esgotos domésticos, onde há a degradação da matéria orgânica, o aumento da temperatura da água implicará na formação de odores altamente desagradáveis. As oscilações de temperatura fazem parte do regime climático normal e corpos d'água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical. Os efluentes não devem ser lançados com uma temperatura maior que 40°C. (CONAMA N°430/11)

A temperatura da água é influenciada por fatores tais como estratificação vertical, latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade. A elevação anormal da temperatura em um corpo d'água geralmente é provocada por despejos industriais (indústrias canavieiras, por exemplo) e de usinas termoelétricas. A temperatura desempenha um papel principal de controle no meio aquático, condicionando as influências de uma série de parâmetros físico-químicos, tais como a tensão superficial e a viscosidade. Os organismos aquáticos são afetados por temperaturas fora de seus limites de tolerância térmica, o que causa impactos sobre seu crescimento e reprodução. (LIBÂNIO, 2008).

#### 4.1.13. Clorofila “a”

A clorofila “a” é um pigmento primário encontrado em todos os organismos fotossintetizantes e está presente em todas as classes de algas, sendo frequentemente, utilizada como indicadora da biomassa fitoplanctônica, ou seja, um indicador do crescimento de algas e cianobactérias devido ao enriquecimento por nutrientes, em ambientes aquáticos. A determinação da concentração de clorofila a é uma ferramenta muito útil, na interpretação de resultados de análises físicas e químicas da água, conseqüentemente, na carga de nutrientes e nas condições gerais do ecossistema aquático como indicadora do grau de eutrofização (CETESB, 2014).

### 4.2 ÍNDICES DA QUALIDADE AMBIENTAL DAS ÁGUAS

O monitoramento qualitativo e quantitativo dos recursos hídricos se constitui num poderoso instrumento, que possibilita a avaliação da oferta hídrica. Este serve de base para decisões do aproveitamento múltiplo e integrado da água, bem como para a minimização de impactos ao meio ambiente. A história da medição de níveis dos cursos d’água e alturas de chuva se confunde com a própria história da humanidade, mas o mesmo não ocorreu com a avaliação da qualidade da água. A necessidade da conscientização da população de que os recursos hídricos disponíveis para as atividades humanas não é um bem inesgotável, como até então era considerado, levam o homem a analisar a água em termos qualitativos uma vez que esta, quando poluída, veicula inúmeras doenças e inviabiliza uma série de usos (CETESB, 2008).

Os índices e indicadores ambientais nasceram como resultado da crescente preocupação com os aspectos ambientais. Este processo requer um número elevado de informações em graus de complexidade cada vez maiores. Os indicadores tornaram-se fundamentais no processo decisório das políticas públicas e no acompanhamento de seus efeitos. Esta dupla vertente se apresenta como um desafio permanente de gerar indicadores e índices.

A utilização de índices de qualidade para a avaliação de um corpo d’água tem como principais vantagens à facilidade de comunicação com o público não técnico, por representar uma média de diversas variáveis em um único número, combinando unidades de medidas diferentes em uma única unidade (CETESB, 2008).

Segundo ANA (2015), os principais índices de qualidade da água utilizados no Brasil são:

- Índice de Qualidade das Águas (IQA);
- Índice de Qualidade da Água Bruta para fins de Abastecimento Público (IAP);
- Índice de Estado Trófico (IET);
- Índice de Contaminação por Tóxicos;
- Índice de Balneabilidade (IB);
- Índice de Qualidade de Água para a Proteção da Vida Aquática (IVA).

Neste trabalho serão abordados o Índice de Qualidade da Água (IQA) e Índice de Estado Trófico (IET) que foram utilizados para a avaliação da qualidade da água do rio Subáe.

#### 4.2.1 Índice de Qualidade da Água (IQA)

Depois de um estudo realizado em 1970 pela "National Sanitation Foundation" dos Estados Unidos, a CETESB adaptou e deu incremento ao Índice de Qualidade das Águas (IQA). Sua criação foi baseada numa pesquisa de opinião junto a especialistas em qualidade de águas, que apontaram os parâmetros a serem avaliados, o peso relativo dos mesmos e o estado com que se apresentam cada parâmetro, segundo uma escala de valores "rating". Dos 35 parâmetros indicadores de qualidade de água inicialmente propostos, somente 9 (nove) foram escolhidos, sendo eles: Oxigênio Dissolvido (OD), Coliformes Fecais, Potencial Hidrogênico (pH), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5), Nitrogênio Total, Fosforo Total, Turbidez, Sólidos Totais e Temperatura. Esses parâmetros refletem, principalmente, a contaminação dos corpos hídricos causada pelo lançamento de esgotos domésticos (CETESB, 2008).

O IQA foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água bruta visando seu uso para o abastecimento público, após tratamento. O IQA é calculado pelo produto ponderado das qualidades de água correspondentes aos 9 (nove) parâmetros especificados anteriormente. A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas, que é indicada pelo IQA, variando numa escala de 0 a 100 (**Quadro 3**).

**Quadro 3:** Escala de categoria da qualidade das águas.

<b>Categoria</b>	<b>Ponderação</b>
Ótima	$79 < IQA \leq 100$
Boa	$51 < IQA \leq 79$
Regular	$36 < IQA \leq 51$
Ruim	$19 < IQA \leq 36$
Péssima	$IQA \leq 19$

**Fonte:** Adaptado, CETESB (2008).

#### 4.2.2. Índice de Estado Trófico (IET)

O IET tem por finalidade caracterizar o estágio de eutrofização dos corpos d'água em diferentes graus de trofia, avaliando a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas e de macrófitas aquáticas (von SPERLING, 1995).

Existem diversas fórmulas utilizadas para o cálculo do IET, porém todas elas levam em consideração os parâmetros fósforo e/ou clorofila "a". Os valores de transparência, muitas vezes, não são representativos do estado de trofia, pois esta pode ser alterada pela turbidez, decorrente de material mineral em suspensão e não apenas pela densidade de organismos planctônicos. No caso de não haver resultados de clorofila "a", considera-se apenas a variável fósforo total (TOLEDO, 1990).

A quantificação do IET que caracteriza o estado de trófia do corpo d'água, pode ser classificado em: ultraoligotrófico, oligotrófico, mesotrófico, eutrófico, supereupolitrófico, hipereutrófico (Quadro 4).

**Quadro 4:** Classes do estado trófico e as características.

Valor do IET	Classes de Estado Trófico	Características
= 47	Ultraoligotrófico	Corpos d'água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam em prejuízos aos usos da água.
47 < IET = 52	Oligotrófico	Corpos d'água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença de nutrientes.
52 < IET = 59	Mesotrófico	Corpos d'água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
59 < IET = 63	Eutrófico	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes e interferências nos seus múltiplos usos.
63 < IET = 67	Supereutrófico	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com frequência alterações indesejáveis na qualidade da água, como a ocorrência de episódios florações de algas, e interferências nos seus múltiplos usos
> 67	Hipereutrófico	Corpos d'água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios florações de algas ou mortandades de peixes, com conseqüências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.

**Fonte:** Adaptado, CETESB (2008).

### 4.3. SITUAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO SUBAÉ SEGUNDO DIFERENTES AUTORES

O rio Subaé desde a nascente até a foz encontra-se ambientalmente comprometido, por conta do lançamento de água residuárias domésticas e industriais . As indústrias de papel (Spelba da Bahia e Barcraft), do CIS e outra de processamento de mamona (cuja razão social não foi divulgada), têm despejado grandes quantidades de efluentes no rio Subaé. Além de lançamentos de esgoto “in natura” de cidades e pequenas comunidades ribeirinhas desprovidas de saneamento básico ao longo da bacia, são frequentes áreas com intensos desmatamentos, contribuindo diretamente para a redução da capacidade de autodepuração das águas do Subaé. Os impactos ambientais, no rio Subaé, tornam-se cada vez mais preocupantes (PERH, 2005).

Estudos realizados por Adôrno (2011), na região do alto da bacia do rio Subaé, avaliando parâmetros físico-químicos e biológicos sendo eles: DBO5, Fosfato, Sólidos Totais, Coliformes Totais e Coliformes Fecais, estes estudos foram feitos nos pontos de coleta (LSU-A1, LSU-A2, LSU-B1, LSA-C2, NPS-D1, NPS-D3) como mostra a **Tabela 5**.

**Tabela 5:** Resultados da análise de parâmetros químicos e biológicos. (ADÔRNO, 2011).

Pontos de Coleta	DBO5 (mg/L)	Fosfato (mg/L)	Nitrato (mg /L)	Sólidos Totais (mg/L)	Coliformes totais (NMP/100 mL)	Coliformes Fecais (NMP/100 mL)
LSU-A1	14	0	0	392	>23	23
LSU-A2	35	2,2	0	350	>23	>23
LSU-B1	10	0	0	148	>23	16,1
LSA-C1	13	0,9	0	1290	>23	3,6
LSA-C2	11	0,3	0	1216	>23	2,2
NPS-D1	120	92	0	338	2,4x10E7	2,7x10E6
NPS-D3	0	51	0	568	5x10E7	8x10E6
<b>CONAMA n° 357/05</b>	5	0,1	10	500	1000	NE

Obs.: NE – Não estabelecido.

O ponto de coleta NPS-D1 é mais próximo de uma das nascentes da Rio Subaé, localizado em área urbana na cidade de Feira de Santana, apresentou padrões físicos químicos e biológicos de qualidade de água acima dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/05 (**Tabela 5**). O ponto NPS-D3, localizado no mesmo município, só que em uma área industrial, com pouca

influência urbana, apresentou alterações físicas e biológicas no seu padrão de qualidade de acordo a Resolução nº CONAMA 357/05 (**Tabela 5**). Esta área está degradada, deveriam estar inseridas em áreas protegidas, podendo preservar a qualidades da água e proteção da vegetação ciliar.

O Barreto (2013 avaliou as concentrações de coliformes totais e *Enterococcus* sp em um período de 15 meses com periodicidade de coleta mensal em três pontos distintos (P1, P2 e P3) do rio Subaé, localizado no município de São Francisco do Conde-Ba , entre os anos de 2010 a 2012. Os resultados obtidos pelo autor encontram-se na **Tabela 6**.

**Tabela 6:** Quantificação de coliformes totais e *Enterococcus* sp. no rio Subaé, São Francisco do Conde, BA.

Meses	Coliformes totais (NMP/100 mL)			Enterococcus sp. (NMP/100 mL)		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3
<b>Out/10</b>	>1,6x10E3	>1,6x10E3	>1,6x10E3	< 3,0	< 3,0	< 3,0
<b>Nov/10</b>	1,6x10E3	3,3x10E4	1,3x10	< 3,0	< 3,0	< 3,0
<b>Dez/10</b>	9,2x10E5	7x10E5	2,1x10E3	2,4x10E4	4,3x10E3	< 3,0
<b>Jan/11</b>	2,1x10E5	4,9x10E4	3,3x10E3	9,3x10E3	7,4x10E2	3,6x10E2
<b>Fev/11</b>	2,2x10E5	3,5x10E4	1,7x10E3	1,5x10E4	< 3,0	< 3,0
<b>Mar/11</b>	2,4x10E5	3,3x10E5	7,0x10E3	1,1x10E5	2,4x10E4	3,6x10E2
<b>Abr/11</b>	4,9x10E5	2,2x10E5	3,5x10E5	9,2x10E2	< 3,0	< 3,0
<b>Mai/11</b>	1,1x10E6	1,1x10E5	7,8x10E2	9,2x10E3	< 3,0	< 3,0
<b>Jun/11</b>	4,9x10E5	4,6x10E4	3,3x10E3	7,5x10E3	9,2x10E2	< 3,0
<b>Jul/11</b>	1,3x10E5	2,8x10E4	2x10E2	3,6x10E2	< 3,0	< 3,0
<b>Ago/11</b>	7,9x10E5	1,3x10E6	2,2x10E3	9,3x10E3	< 3,0	< 3,0
<b>Set/11</b>	1,1x10E5	5,4x10E4	1,1x10E3	4,6x10E3	< 3,0	< 3,0
<b>Nov/11</b>	>1,6x10E4	>1,6x10E4	>1,6x10E4	2,3x10E3	2,8x10E3	4,3x10E3
<b>Dez/11</b>	1,7x10E5	3,3x10E4	3,3x10E3	1,5x10E2	< 3,0	< 3,0
<b>Jan/12</b>	3,3x10E5	7,8x10E4	0,2x10E2	0,9x10E2	0,36x10	0,36x10
<b>CONAMA 357/05</b>	<b>1000</b>			<b>NE</b>		

Fonte: BARRETO (2013), adaptado.

Obs.: NE – Não estabelecido.

Das 15 amostras analisadas no ponto P1, 93,3% (14/15) apresentaram contagens de *E. coli* acima de 103 NMP/100mL ou log 3,0 NMPmL/100 que é o limite máximo permitido no CONAMA nº 357/05. Segundo o autor, a elevada presença de *E. coli* já era esperada em virtude desse ponto se encontrar próximo a uma comunidade ribeirinha, que lança continuamente lixo doméstico

orgânico e inorgânico as margens do rio. Nos pontos P2 e P3, os resultados foram considerados satisfatórios, pois, respectivamente 80% (12/15) e 86,67% (13/15) das amostras não apresentaram valores superiores aos limites estabelecidos pela resolução CONAMA n° 357/05.

Os metais pesados também geram preocupação, devido à sua característica de persistência no ambiente e por ser bioacumulativo dentro da cadeia trófica, podem causar sérios problemas toxicológicos para os seres vivos. Em um estudo realizado por Nunes (2012), na bacia do rio Subaé, foram constatadas altas concentrações de Cobre nas espécies de peixes *A. bimaculatus*, *H. malabarcius*, e *O. niloticus*, com médias, respectivamente, de 1.59mg/kg, 1.89mg.kg<sup>-1</sup> e 0.05mg.kg<sup>-1</sup>. Estas concentrações estão acima do valor máximo para consumo humano que segundo a Resolução CONAMA 357/05, é de 0,009 mg.kg<sup>-1</sup>. Os valores de Chumbo encontrados nas espécies *A. bimaculatus*, *H. malabarcius* e *O. niloticus*, foram, respectivamente, de 13,8 mg.kg<sup>-1</sup>, 8,32mg.kg<sup>-1</sup> e 15,9mg.kg<sup>-1</sup>, acima dos limites para consumo humano, estabelecidos pela Lei 55871/65/ANVISA (2009) que são de 25 mg/kg. Logo, a qualidade da água do rio tem oferecido riscos tanto aos organismos envolvidos na cadeia alimentar como a população que reside e consome os peixes desta bacia.

Uma das maiores preocupações é que o rio Subaé, tem suas nascentes na cidade de Feira de Santana-BA, e próximo ao Centro Industrial do Subaé. Segundo Adôrno (2013), foram realizadas análises de Oxigênio Dissolvido (OD), DBO e Turbidez, nas águas das nascentes do rio Suabaé e os resultados mostraram maior preocupação foi o OD (**Tabela 7**), que encontram-se abaixo de 5mg/L, o que compromete o ecossistema aquático, causando a mortandade de peixes que necessitam de uma quantidade.

**Tabela 7:** Parâmetros de qualidade da água por ponto de monitoramento nas nascentes do rio Subaé, Feira de Santana - BA.

Ponto de Coleta	OD mg/L	DBO mg/L	Turbidez UNT
NPS-D1	3,3	152	34,7
NPS-D3	3	120	98,3
LSU-A1	13,7	9,2	56,7
LSU-A2	6,3	14,8	15,4
LSU-B1	6,2	3,2	48,6
LSU-B2	9,1	6,5	139,2



LSU-B3	4,1	8	25,3
LSU-B4	4,2	4,75	34,2
LSA-C1	7,9	11,4	5,2
LSA-C2	7,7	12,2	4,1
LSA-C3	10,1	11,5	3,6
LSA-C4	7,1	11	8,8
LSA-C5	4,7	14	100,5
LSA-C6	6,9	14,5	48,7
CONAMA nº 357/05	>5	5	100

Fonte: SANTOS (2013), adaptado.

## 5. METODOLOGIA

Para o estudo foi considerado a área da Bacia do rio Subaé que se encontra localizado entre os municípios de Feira de Santana-Ba e de Santo Amaro-Ba (**Figura 5**). Os resultados das análises foram obtidos no site do INEMA disponível na plataforma MONITORA. Esse disponibiliza os dados do monitoramento da qualidade das águas, além de informar a qualidade que o rio se encontra por meio dos resultados dos índices: IQA (Índice de Qualidade da Água) e IET (Índice de Estado Trófico), observando se o rio mantém a classe do seu enquadramento.

A partir dos dados obtidos no banco de dados MONITORA, foram gerados os gráficos e tabelas para a interpretação dos resultados.

Para a avaliação da qualidade da água do rio Subaé, foram escolhidos quatro pontos de coleta (**Quadro 5**), em cada ponto de coleta foi utilizada a última campanha do ano para obtenção dos resultados entre 2012 e 2015.

**Quadro 5:** Pontos a serem analisados e sua localização.

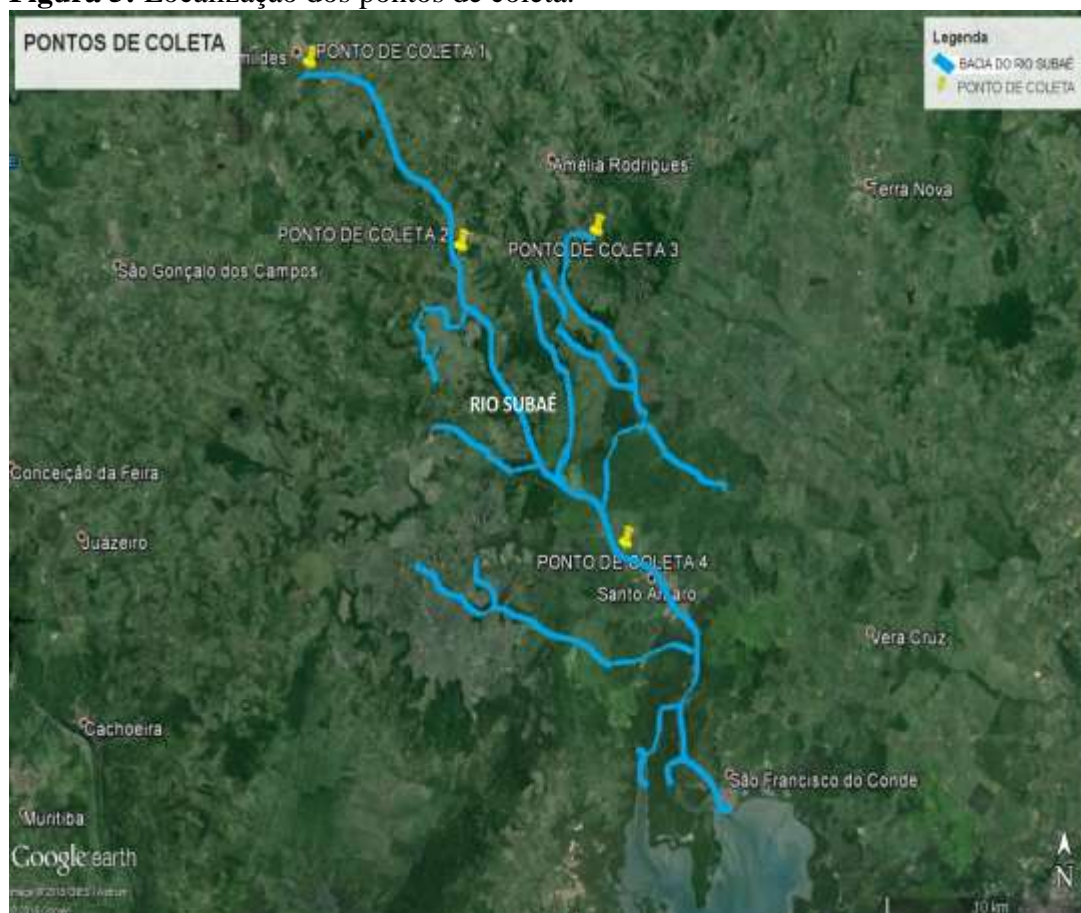
Ponto de coleta	Código do ponto	Município	Latitude	Longitude	Altitude (m)
1	RCN-SUB-140	Feira de Santana	12°21'57,8"	38°52'3,9"	184
2	RCN-SUB-160	Santo Amaro	12°25'56,0"	38°48'2,0"	151
3	RCN-SUB-300	Santo Amaro	12°30'59,0"	38°44'25,8"	17

4	RCN-SUB-550	Santo Amaro	12°32'21,9"	38°43'37,6"	13
---	-------------	-------------	-------------	-------------	----

Fonte: MONITORA, 2015, adaptado.

Esses pontos de coleta foram plotados em um mapa da área capturado Google Earth Pro após realizar o traçado do percurso do rio e seus afluentes usando o programa paint. (Figura 5).

**Figura 5:** Localização dos pontos de coleta.



**Fonte:** Adaptado, Google Earth Pro.

Os parâmetros físico-químicos utilizados para a avaliação da qualidade da água do rio foram: temperatura, pH, Cor, Turbidez, Alcalinidade, Cloretos, Dureza, Sulfatos, Sólidos Dissolvidos em Suspensão, Sólidos Totais, Fósforo, Nitrogênio, Oxigênio Dissolvido, Condutividade Elétrica, salinidade, DBO<sub>5</sub> e DQO. Além dos parâmetros Biológicos: Clorofila e Coliformes Termotolerantes. Estes parâmetros foram escolhidos como os mais relevantes para análises pelo INEMA. Os métodos de utilizados para realização das análises podem ser observados no **Quadro 6**.

**Quadro 6:** Métodos utilizados pelo INEMA para análise físico-química da água.

<b>Parâmetro</b>	<b>Método</b>
<b>Biológicos</b>	
Clorofila a (µg/L)	SMEWW 10200 H
Colif. termo (UFC/100mL)	SMEWW 9221 C,E
<b>Físicos - Água</b>	
Condutividade (µmhos/cm)	SMEWW 2510 B
Salinidade (‰)	SMEWW 2520 C
Sólidos em suspensão (mg/L)	SMEWW 2540 D
Sólidos totais (mg/L)	SMEWW 2540 B
STD (mg/L)	SMEWW 2540 C
Temperatura (°C)	SMEWW 2550 B
Turbidez (NTU)	SMEWW 2130 B
<b>Químicos</b>	
Alcalinidade total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	SMEWW 2320 A/B
DBO (mg/L)	SMEWW 5210 B
DQO (mg O <sub>2</sub> /L)	ABNT NBR 10357/1988
P Total (mg/L)	SMEWW 4500 P E
Nitrogênio Nitrato (mg N-NO <sub>3</sub> /L)	SMEWW 4500 E
N Total (mg/L)	SMEWW 4500 N C
OD (mg/L)	SMEWW 4500 O G
pH (sem unidade definida)	SMEWW 4500 H+ B

**Obs.:** SMEWW- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Fonte: MONITORA 2015 - Adaptado.

Os resultados das análises físico-químicas foram confrontados com os valores máximos permitidos pela Resolução CONAMA nº 357/05 a fim de verificar se o lançamento dos efluentes pelos setores usuários está alterando a classe do rio estabelecida em seu enquadramento.

Foram obtidos os mapas da bacia do rio Subaé e o mapa de uso e ocupação do solo, respectivamente, do INGÁ (2009) e de SANTOS (2013). O mapa de localização dos pontos de coleta do INEMA foi gerado utilizando as coordenadas geográficas.

### 5.1. Índices de Qualidade da Água (IQA) e Índice de Estado Trófico (IET)

Com os resultados das análises realizadas pelo INEMA foram gerados os gráficos do Índice de Qualidade da Água (IQA) e do Índice de Estado Trófico (IET). Estes gráficos foram

disponibilizado no site do MONITORA. Logo, foram utilizados nesse trabalho para a avaliação da qualidade da água no rio Subaé.

Após se adaptado pela CETESB, o IQA passou a ser calculado pelo produto ponderado (**Equação 1**) das qualidades de água correspondentes aos seguintes parâmetros: Oxigênio Dissolvido (OD), Coliformes Fecais, Potencial hidrogeniônico (pH), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5), Nitrogênio Total, Fósforo Total, Turbidez, Sólidos Totais e Temperatura.

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad \text{Equação (1)}$$

**Onde:**

IQA - Índice de Qualidade das Águas. Um número entre 0 e 100;

$q_i$  - qualidade do  $i$ -ésimo parâmetro. Um número entre 0 e 100, obtido do respectivo gráfico de qualidade, em função de sua concentração ou medida (resultado da análise);

$w_i$  - peso correspondente ao  $i$ -ésimo parâmetro fixado em função da sua importância para a conformação global da qualidade, isto é, um número entre 0 e 1, de forma que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad \text{Equação (2)}$$

Sendo  $n$ , o número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

Os parâmetros utilizados, suas respectivas unidades e pesos são apresentados na **Tabela 8**:

**Tabela 8:** Pesos correspondentes aos parâmetros envolvidos no IQA.

Parâmetro	Peso (w)
Oxigênio Dissolvido	0,17
Coliformes Fecais	0,15
Ph	0,12
DBO5	0,1
Nitrogênio Total	0,1
Fósforo Total	0,1
Turbidez	0,08

Sólidos Totais	0,08
Temperatura	0,1

Fonte: ANA, 2016.

No caso de não se dispor do valor de algum dos 9 parâmetros, o cálculo do IQA é inviabilizado. A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas, que é indicada pelo IQA, variando numa escala de 0 a 100.

O Índice de Estado Trófico (IET), é calculado a partir dos valores de fósforo total, variando numa escala de 0 a 100 entendidos como uma medida do potencial de eutrofização, já que este nutriente atua como o maior agente causador do processo.

Segundo LAMPARELLI (2004), em rios, o cálculo do IET é feito pela fórmula:

$$\mathbf{IET} = 10.(6-((0,42-0,36.(ln.PT)/ln2)),$$

**Onde:**

PT = Fósforo Total (PT) é expresso em µg/L.

## 6. RESULTADOS

As Tabelas 9 a 12 apresentam os resultados das análises físico-químicas e biológicas, no Ponto de coleta de 1 a 4, sendo o primeiro localizado na cidade de Feira de Santana-Ba e os outros três em Santo Amaro.

**Tabela 9:** Resultados das análises no ponto 1 (RCN-SUB-140).

Parâmetro	Campanha				Padrão Resolução CONAMA nº 357/05 (VMP)
	23/10/2012	31/10/2013	30/10/2014	11/03/2015	
<b>Biológicos – Água</b>					
Clorofila a (µg/L)	40,6	34	177	262	30
Colif. termo (UFC/100mL)	2,2X10E3	4,9X10E2	20	1,3X10E3	1000
<b>Físicos – Água</b>					
Condutividade (µmhos/cm)	1048	861	894	1003	NE
Salinidade (‰)	0,7	0,6	0,6	0,7	NE
Sólidos em suspensão (mg/L)	34	<20	24	50	NE
Sólidos totais (mg/L)	562	520	468	590	NE
STD (mg/L)	500	478	460	538	500
Temperatura (°C)	27,4	27,8	27,8	29,2	NE
Turbidez (NTU)	51,1	14,2	22,2	50,5	100
<b>Químicos – Água</b>					
Alcalinidade total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	120	129	112	135	NE
DBO (mg/L)	19	19	18	22	5
DQO (mg O <sub>2</sub> /L)	142	96,2	98,9	102	NE
P Total (mg/L)	2,15	2,34	0,67	3,83	0,1
N-NH <sub>3</sub> (mg N- NH <sub>3</sub> /L)	1	2,6	3,3	5	NE
Nitrogênio Nitrato (mg N-NO <sub>3</sub> /L)	0,33	4,5	0,5	0,5	NE
N Total (mg/L)	4	6,9	12	10	NE
OD (mg/L)	7,06	4	5,39	3,31	> 5
pH	8,14	7,21	7,21	6,68	6 - 9

Obs: NE - Valor não específico;  
Fonte: INEMA, 2015, adaptado.

As concentrações de Clorofila “a” e de Fósforo se encontram em desconformidade com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005. Em todas as Campanhas do período estudado as concentrações de Clorofila “a” e de P, foram superiores, respectivamente, a 30mg/L e 0,1mg/L (Tabela 9), indicando um processo de eutrofização do rio.

As concentrações de Coliformes Termotolerantes, foi de 2200 NMP/100mL em 2012 e 1.300 NMP/100mL em 2015, acima da concentração estabelecida pela Resolução CONAMA 357/2005 que é de 1.000 Coliformes por 100ml da amostra. É muito provável que, neste ponto específico, a contaminação fecal da água seja por meio de despejos clandestinos de esgotos domésticos e efluentes indústrias com tratamento inadequado ou mesmo sem qualquer tipo de tratamento.

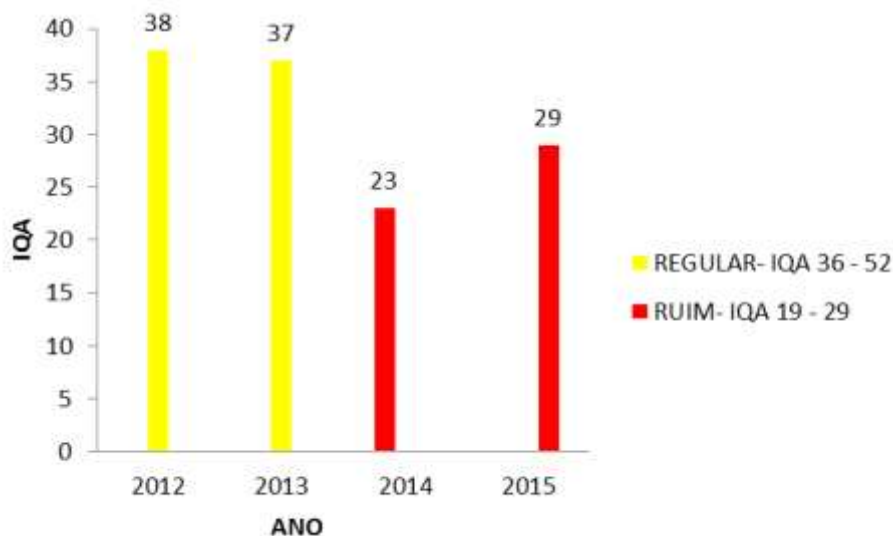
A concentração de SDT era de 538 mg/L em 2015, acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 que é de 500 mg/L. Isso indica que a quantidade total de substâncias dissolvidas na água é elevada, indicando que matéria orgânica e outras substâncias inorgânicas, estão sendo lançadas em elevadas quantidades pelos setores usuários e está interferindo negativamente no ecossistema aquático, dificultando a penetração dos raios solares desfavorecendo a fotossíntese e diminuindo a concentração de oxigênio dissolvido nas águas.

Os teores de OD era de 4 mg/L em 2013 e 3,31 em 2015, ou seja, abaixo do valor que deveria ter em um rio de classe 2 que deve ser maior do que 5 mg/L. Isso indica que está sendo lançada grande quantidade de matéria orgânica no rio, além de outras substâncias que consomem o OD do rio. Nas águas naturais, o oxigênio é indispensável para os seres vivos aeróbicos como por exemplo, os peixes.

A concentração de DBO desde 2012 até 2015, atinge valores acima do limite estabelecido para rios enquadrados em classe 2 que é de 5mg/L (BRASIL, 2005)

A avaliação a partir do IQA mostrou que a qualidade da água nos anos de 2012 e 2013 era regular, em 2014 e 2015 como ruim (**Figura 6**). É válido ressaltar que este ponto conta com grande presença de ação antrópica.

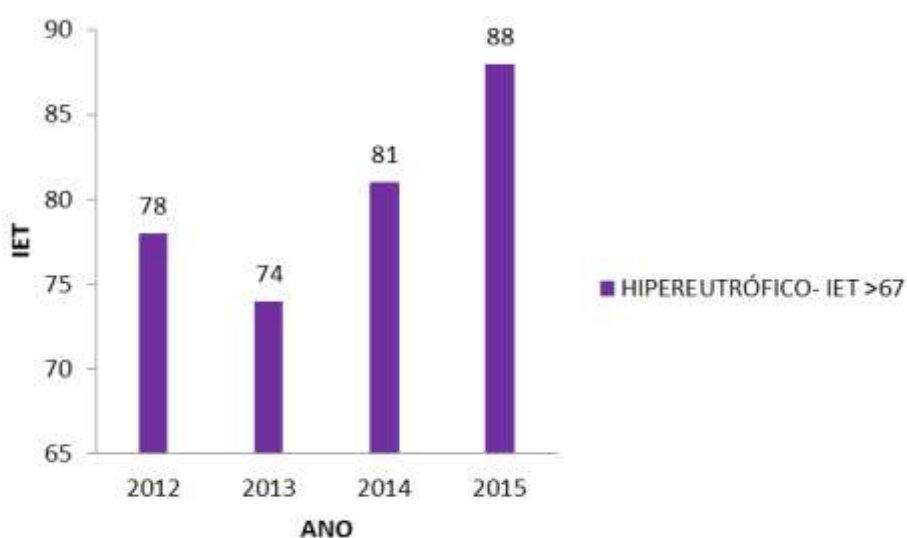
**Figura 6:** Índice de Qualidade da Água no ponto de coleta 1.



Fonte: INEMA, 2015, adaptado.

Avaliando a qualidade da água quanto ao seu grau de trófia utilizando os parâmetros Clorofila e Fósforo, nota-se que nesse ponto o rio Subaé já era classificado como Hipereutrófico esse processo tem se intensificado a cada ano (**Figura 7**). Isso é notado pelas concentrações elevadas de clorofila “a” no rio (Tabela 9).

**Figura 7:** Índice de Estado Trófico ponto de coleta 1, utilizando as concentrações de P e de Clorofila-a.



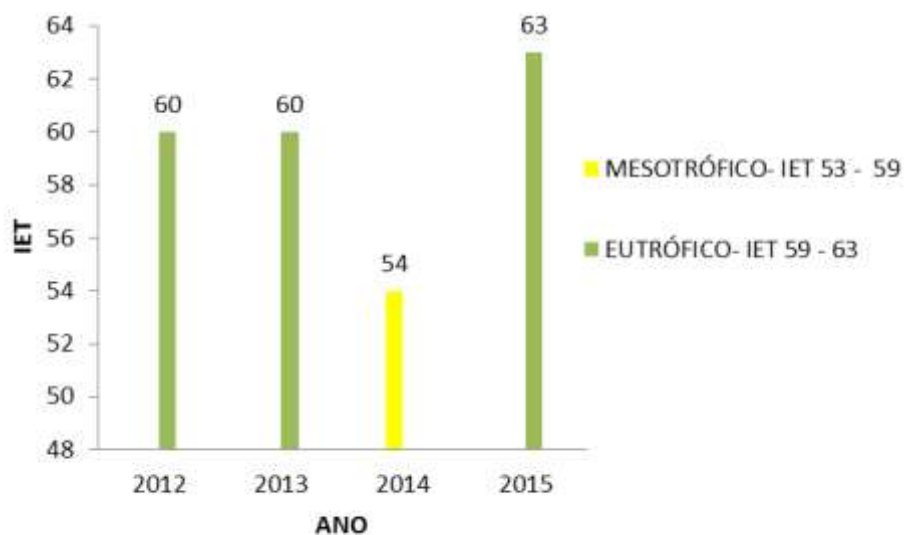
Fonte: INEMA, 2015, adaptado.

Já na avaliação da qualidade da água quanto ao seu grau de trófia, utilizando apenas o parâmetro Fósforo, nota-se que nesse ponto o rio Subaé tem melhora na qualidade da água variando em 2012, 2013 como eutrófico e 2014 em mesotrófico, voltando a eutrófico em 2015 (**Figura 8**). Isso



é explicado pelo decaimento das concentrações de fósforo no ano de 2014 (Tabela 9). Possivelmente ocorreu um erro durante a os procedimentos de análise, o que parece ser mais provável.

**Figura 8:** Índice de Estado Trófico ponto de coleta 1, utilizando somente as concentrações de P.



Fonte: Próprio autor, 2016.

No ponto 2 (RCN-SUB-160) o nível de poluição era menor do que no Ponto 1, possivelmente houve autodepuração neste trecho, apresentando concentrações somente de STD e acima dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05. A concentração de STD só excedeu o limite no ano de 2015, enquanto o P excedeu em todos os anos (**Tabela 10**).

**Tabela 10:** Resultados das análises no ponto 2 (RCN-SUB-160).

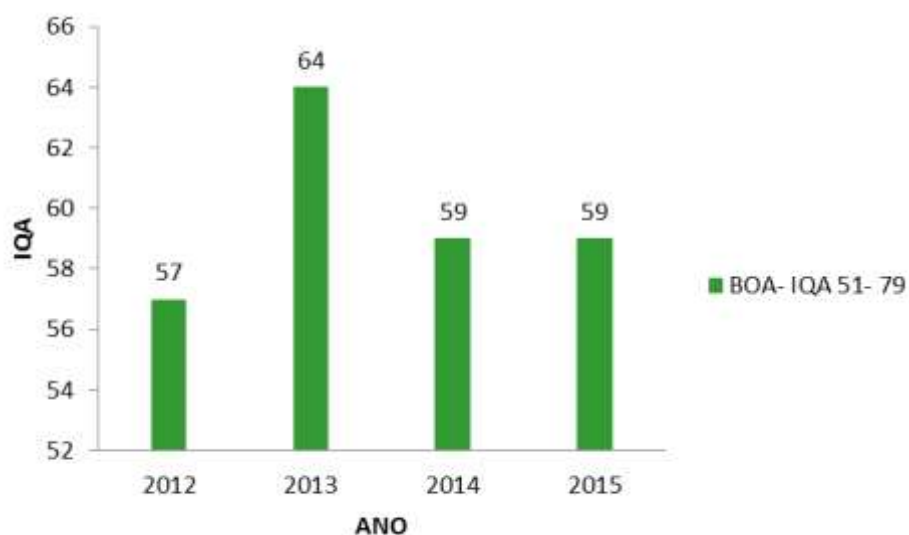
Parâmetro	Campanha				Padrão Resolução CONAMA nº 357/05 (VMP)
	23/10/2012	31/10/2013	30/10/2014	11/03/2015	
<b>Biológicos – Água</b>					
Clorofila a (µg/L)	<5	0,4	0,71	0,93	30
Colif. termo (UFC/100mL)	3,3X10E2	7,8X10	3,3X10E2	7,8X10	1000
<b>Físicos – Água</b>					
Condutividade (µmhos/cm)	690	654	766	1011	NE
Salinidade (‰)	0,5	0,4	0,6	0,7	NE
Sólidos em suspensão (mg/L)	<20	<20	<20	<20	NE

Sólidos totais (mg/L)	322	404	404	552	NE
STD (mg/L)	330	404	398	546	500
Temperatura (°C)	25,6	26,4	25,7	26,6	NE
Turbidez (NTU)	5,4	10,9	4,7	8,1	100
<b>Biológicos – Água</b>					
Alcalinidade total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	139	155	162	198	NE
DBO (mg/L)	2	<2	<2	<2	5
DQO (mg O <sub>2</sub> /L)	39,6	53,1	47,7	42,3	NE
P Total (mg/L)	0,23	0,63	0,54	1,17	0,1000
N-NH <sub>3</sub> (mg N-NH <sub>3</sub> /L)	<1	<0,4	<0,4	<0,4	NE
Nitrogênio Nitrato (mg N-NO <sub>3</sub> /L)	0,16	0,6	<0,1	0,2	NE
N Total (mg/L)	1	1,6	<1	1	NE
OD (mg/L)	6,35	6,24	6,68	6,07	>5
pH	7,6	7,80	7,17	6,9	6 - 9

Obs: NE - Valor não específico. Fonte: INEMA, 2015, adaptado.

Ao avaliar a qualidade da água utilizando o IQA, nota-se que em todo o período a qualidade se manteve boa, porém, houve uma melhoria no ano de 2013 que sofreu redução nos anos de 2014 e 2015 quando a qualidade se tornou constante (**Figura 9**). Esta melhora possivelmente se deu por conta da distância maior para áreas urbanas e também por conta a autodepuração do curso d'água.

**Figura 9:** Índice de Qualidade da Água no ponto de coleta 2.

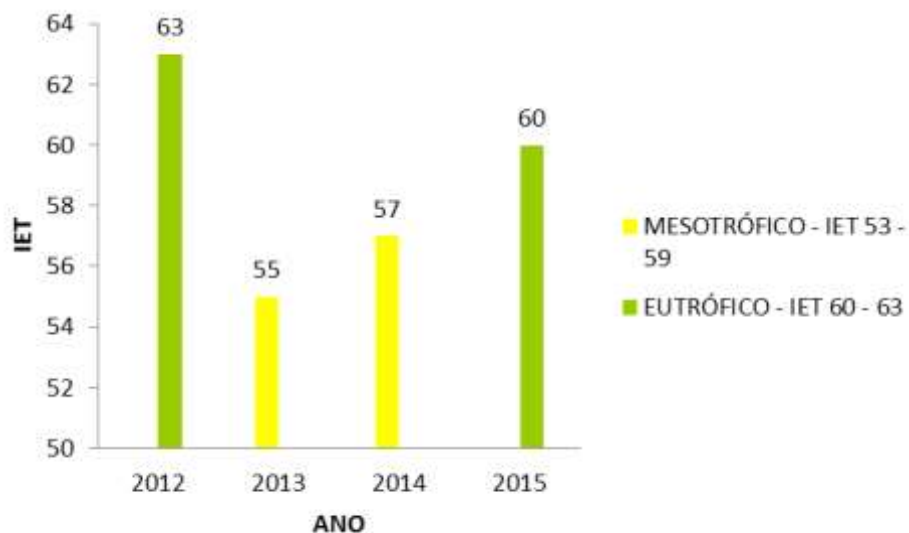


Fonte: INEMA, 2015, adaptado.

Nesse ponto também há um grau de eutrofização que passou de eutrófico em 2012 para mesotrófico em 2013 e 2014, retornando a eutrófico em 2015 (**Figura 10**). Isso evidencia que

neste trecho do rio Subaé ocorre por conta de possível utilização indiscriminada de fertilizantes agrícolas a base de Fósforo em áreas agrícolas, nos pequenos cultivos de diferentes culturas.

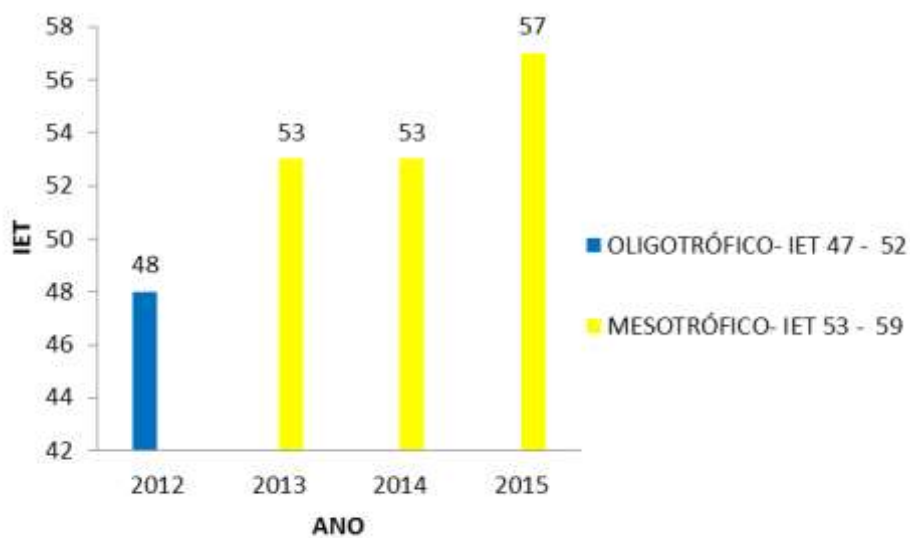
**Figura 10:** Índice de Estado Trófico ponto de coleta 2, utilizando as concentrações de P e de Clorofila-a.



Fonte: INEMA, 2015, adaptado.

Já na avaliação da qualidade da água quanto ao seu grau de trofia, utilizando apenas o parâmetro Fósforo, nota-se que nesse ponto o rio Subaé tem qualidade da água excelente em 2012 como oligotrófico e passando para mesotrófico em 2013, 2014 e 2015 (**Figura 11**).

**Figura 11:** Índice de Estado Trófico ponto de coleta 2, utilizando somente as concentrações de P.



Fonte: Próprio autor, 2016.

No ponto 3, nota-se que o problema nesse ponto, possivelmente se deve ao lançamento de esgotos domésticos uma desinfecção, uma vez que as concentrações de Coliformes termotolerantes encontram-se acima dos valores padrões estabelecidos pela resolução CONAMA nº 357/05 e os valores dos outros parâmetros encontram-se dentro dos limites estabelecidos por esta resolução. De acordo com os resultados das análises, a carga orgânica e inorgânica lançada não está alterando a qualidade ambiental do rio. Somente em 2015, a concentração de P, excedeu um pouco o valor padrão estabelecido pela supracitada resolução (**Tabela 11**).

**Tabela 11:** Resultados das análises no ponto 3 (RCN-SUB-300).

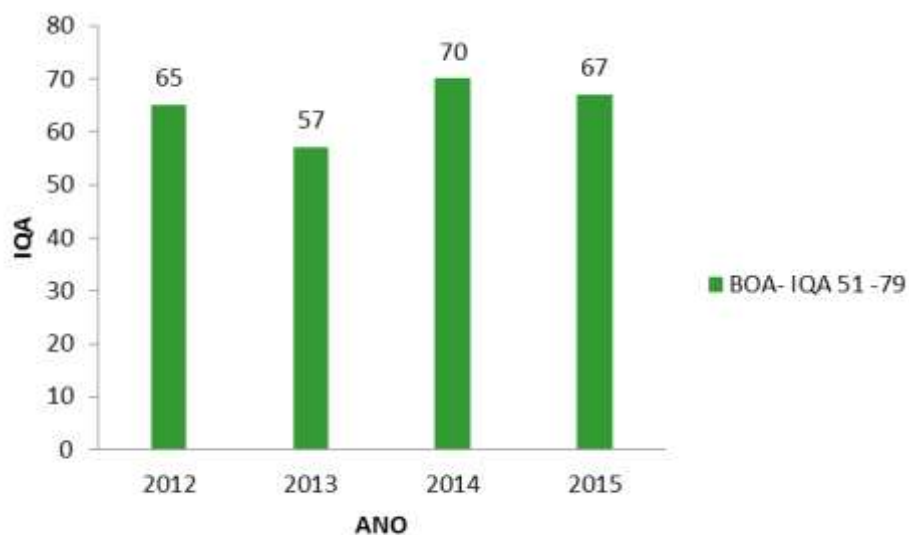
Parâmetro	Campanha				Padrão Resolução CONAMA nº 357/05 (VMP)
	24/10/2012	02/10/2013	29/10/2014	11/03/2015	
<b>Biológicos – Água</b>					
Clorofila a (µg/L)	<5	1,19	1,14	0,71	30
Colif. termo (UFC/100mL)	1,3X10E3	1,6X10E4	1,3X10E3	7,9X10E2	1000
<b>Físicos – Água</b>					
Condutividade (µmhos/cm)	232,2	278,5	254,1	477	NE
Salinidade (‰)	0,2	0,2	0,2	3,2	NE
Sólidos em suspensão (mg/L)	<20	<20	<20	<20	NE
Sólidos totais (mg/L)	143	182	154	281	NE
STD (mg/L)	107	174	144	253	500
Temperatura (°C)	24,5	25,2	25,4	24,7	NE
Turbidez (NTU)	13,6	11,7	11,6	13,2	100
<b>Químicos – Água</b>					
Alcalinidade total (mg CaCO3/L)	32	69,8	56,8	87,3	NE
DBO (mg/L)	3	<2	3	<2	5
DQO (mg O2/L)	36,9	<20	47,7	<20	NE
P Total (mg/L)	0,07	0,1	<0,02	0,2	0,1000
N-NH3 (mg N-NH3/L)	<1	<0,4	<0,4	<0,4	NE
Nitrogênio Nitrato (mg N- NO3/L)	0,12	0,2	0,2	0,3	NE
N Total (mg/L)	<1	<1	<1	<1	NE
OD (mg/L)	11,2	11,2	7,92	7,64	>5

<b>pH</b>	6,3	6,89	6,89	7,81	6 - 9
-----------	-----	------	------	------	-------

Obs: NE - Valor não específico. Fonte: INEMA, 2015, adaptado.

A água segundo o IQA apresenta uma boa qualidade em todo o período, não havendo grandes alterações (**Figura 12**).

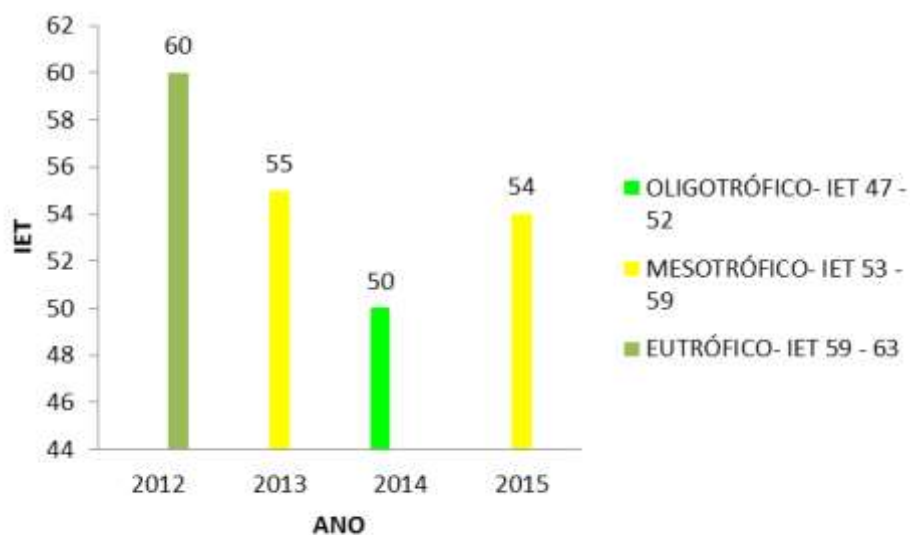
**Figura 12:** Índice de Qualidade da Água no ponto de coleta 3.



Fonte: INEMA, 2015, adaptado.

A **Figura 13** mostra a série histórica do Índice de Qualidade de Estado Trófico. O ponto de coleta 3 foi avaliado utilizando a fórmula com o Fósforo e a Clorofila “a”, desta forma encontrou-se Eutrófico em 2012, Mesotrófico em 2013, Oligotrófico em 2014 e voltando a ser Mesotrófico em 2015. A eutrofização possivelmente está ocorrendo por processos naturais, neste caso, observa-se que os valores de clorofila “a” e de fósforo da tabela estão abaixo dos limites estabelecidos pela CONAMA 357/05, logo o grau de eutrofização é incipiente.

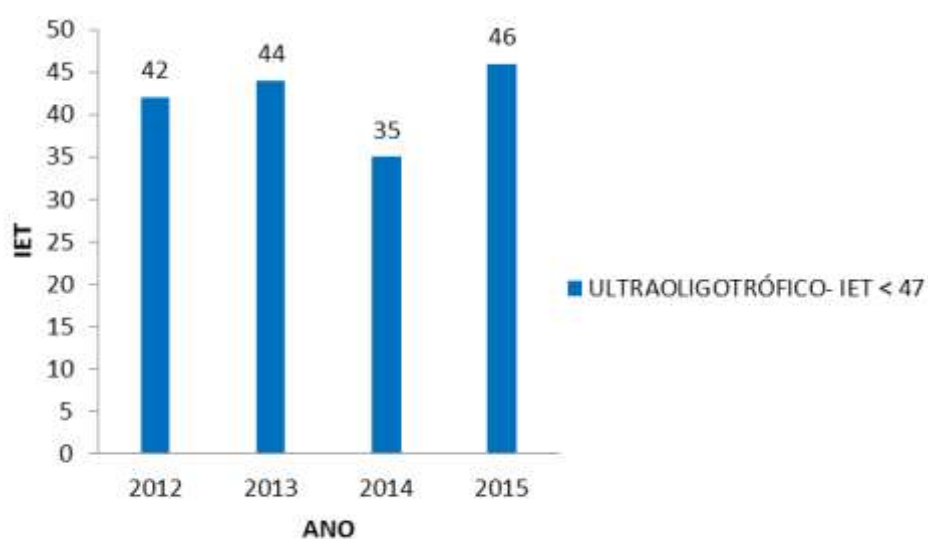
**Figura 13:** Índice de Estado Trófico ponto de coleta 3, utilizando as concentrações de P e de Clorofila-a.



Fonte: INEMA, 2015, adaptado.

Já na avaliação da qualidade da água quanto ao seu grau de trofia, utilizando apenas o parâmetro Fósforo, nota-se que nesse ponto o rio Subaé tem qualidade da água em todos os anos sendo classificado como oligotrófico (**Figura 14**).

**Figura 14:** Índice de Estado Trófico ponto de coleta 3, utilizando somente as concentrações de P.



Fonte: Próprio autor, 2016.

No ponto 4, as concentrações de Coliformes Termotolerantes, excederam os limites aceitáveis nos anos de 2012, 2013 e 2014 assim como ocorreu no ponto 3. Houve um acréscimo na DBO do rio para 20 mg/L em 2013 e nos outros anos passou a uma concentração inferior a que o rio de classe 2 deve apresentar. A concentração de P foi levemente superior a padrão no ano de 2015. O aumento isolados das concentrações de DBO e P em anos distintos, indica uma poluição que pode ser associada com o lançamento de esgotos domésticos de pequenas comunidades ribeirinhas.

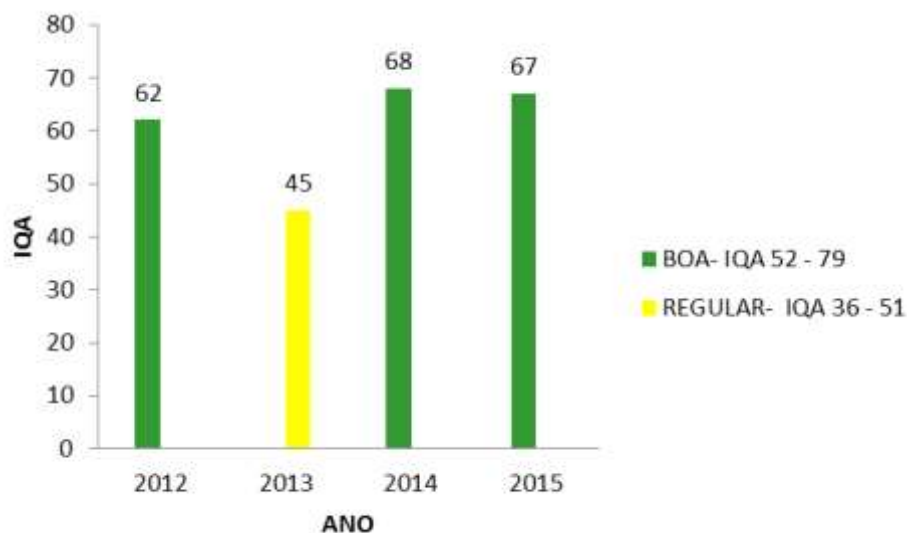
**Tabela 12:** Resultados das análises no ponto 4 (RCN-SUB-550).

Parâmetro	Campanha				Padrão Resolução CONAMA nº 357/05 (VMP)
	24/10/2012	02/10/2013	29/10/2014	11/03/2015	
<b>Biológicos – Água</b>					
Clorofila a (µg/L)	<5	2,28	0,43	21,8	30
Colif. termo (UFC/100mL)	1,3X10E3	9,2X10E3	1,9X10E3	7,9X10E2	1000
<b>Físicos – Água</b>					
Condutividade (µmhos/cm)	252,3	305	289,4	475	NE
Salinidade (‰)	0,2	0,2	0,2	3,2	NE
Sólidos em suspensão (mg/L)	<20	<20	22	<20	NE
Sólidos totais (mg/L)	132	202	176	272	NE
STD (mg/L)	114	202	152	254	500
Temperatura (°C)	25,6	25,2	25,2	24,8	NE
Turbidez (NTU)	6,5	10,3	10,2	14,5	100
<b>Químicos – Água</b>					
Alcalinidade total (mg CaCO3/L)	52	81,7	73	87,1	NE
DBO (mg/L)	2	20	<2	<2	5
DQO (mg O2/L)	47,7	31,6	51,8	<20	NE
P Total (mg/L)	0,06	0,11	0,09	0,18	0,1000
N-NH3 (mg N-NH3/L)	<1	<0,4	<0,4	<0,4	NE
Nitrogênio Nitrato (mg N-NO3/L)	0,13	0,2	0,2	0,3	NE
N Total (mg/L)	<1	<1	<1	<1	NE
OD (mg/L)	11,5	13,4	7,93	7,37	>5
pH	6,35	6,82	6,78	7,71	6 - 9

Obs: NE - Valor não específico. Fonte: INEMA, 2015, adaptado.

A água foi classificada como de boa qualidade em todo o período avaliado, com exceção do ano de 2013, quando sua qualidade era regular (**Figura 15**). Pode-se associar estes resultados com o lançamento de esgotos domésticos das comunidades ribeirinhas.

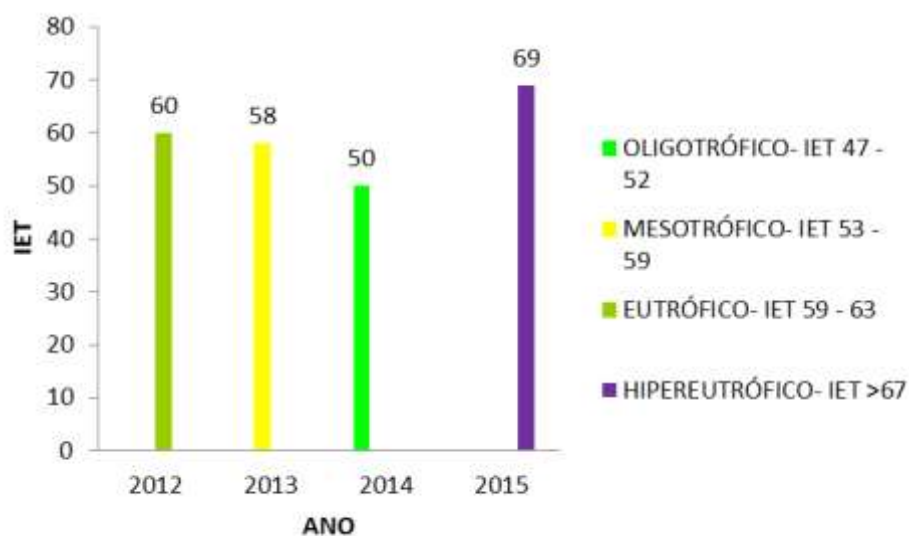
**Figura 15:** Índice de Qualidade da Água no ponto de coleta 4.



Fonte: INEMA, 2015, adaptado.

O grau de eutrofização calculado por meio dos parâmetros Fósforo e Clorofila “a” variou de oligotrófico a hipereutrófico (**Figura 16**), em 2015 o valor do P excedeu. Isto pode acontecer por conta de descarte de esgotos domésticos lançados sem qualquer tipo de tratamento.

**Figura 16:** Índice de Estado Trófico ponto de coleta 4, utilizando as concentrações de P e de Clorofila-a.

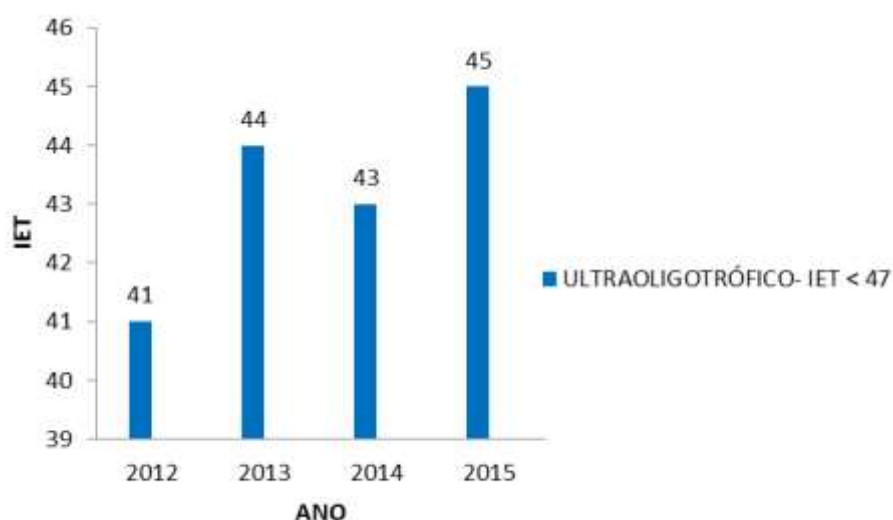


Fonte: INEMA, 2015, adaptado.



Já na avaliação da qualidade da água quanto ao seu grau de trófia, utilizando apenas o parâmetro Fósforo, nota-se que nesse ponto o rio Subaé tem qualidade da água em todos os anos sendo classificado como ultraoligotrófico, em comparação com o IET calculado com P e Clorofila “a” que indica em cada ano um grau de trofia diferente (**Figura 17**). Esses resultados não estão de acordo com os dados apresentados na tabela, uma vez que as concentrações de clorofila “a”, em todos os anos foram menores do que 30 µg/L.

**Figura 17:** Índice de Estado Trófico ponto de coleta 4, utilizando somente as concentrações de P.



Fonte: Próprio autor, 2016.

## 7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A avaliação da qualidade das águas superficiais em um país como o Brasil de dimensões continentais é dificultada pela ausência de redes estaduais de monitoramento em alguns estados e pela heterogeneidade das redes de monitoramento existentes no País (número de parâmetros analisados e frequência de coleta). Em nível estadual pode-se ter uma noção desta dificuldade, um exemplo é a bacia rio Subaé, que com vários pontos de coleta, apenas em quatro deles foram realizadas coletas e análises durante o ano de 2015. Além disso, são feitas três campanhas por ano em cada ponto, porém, em 2015 foi feita apenas uma. O INEMA informa que por motivos de força maior os outros pontos não estão sendo analisados.

Na avaliação da qualidade das águas realizada na bacia do rio Subaé nos últimos anos com dados obtidos no site do INEMA (banco de dados Monitora) foi observado como principal fonte de comprometimento dos seus mananciais o despejo de dejetos orgânicos (esgotos domésticos),

gerando violações dos padrões da Resolução CONAMA 357/2005, para 5 parâmetros avaliados. Os dados obtidos revelaram baixos níveis de oxigenação das águas e presença de coliformes termotolerantes. Foi observado também por meio de outros estudos realizados na bacia hídrica do rio Subaé, que as concentrações de metais e semi-metais nas águas e sedimentos estão acima dos permitidos. Nos sedimentos para o chumbo, cobre, cádmio e zinco, concentrando-se principalmente nos pontos de coletas situados no município de Santo Amaro-BA e nas águas, o cobre, o chumbo, o zinco e o ferro.

Por meio da caracterização local e avaliação da qualidade da água pelos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos analisados, pode-se obter as seguintes conclusões com relação a qualidade da água do Rio Subaé nos trechos avaliados:

- As concentrações de coliformes fecais e P apresentaram níveis mais elevados sempre que o curso d'água começava a passar por locais onde existe a ocupação urbana, caracterizando despejos clandestinos de esgotos domésticos e ou industriais.
- Segundo o resultado do Índice de Qualidade da Água, o rio Subaé tem qualidade “Ruim” no ponto analisado no município de Feira de Santana (ponto de coleta 1) e tem “Boa” qualidade nos pontos analisados no município de Santo Amaro (ponto de coleta 2, 3 e 4). Assim sendo, pode-se afirmar que a qualidade é comprometida a partir do momento em que o curso d'água se localiza na área urbana.
- O município de Feira de Santana sofre atualmente com uma grande quantidade de despejos de esgotos domésticos e industriais nos seus mananciais e necessita urgentemente de um sistema eficiente de coleta e tratamento de esgoto doméstico, além de uma fiscalização mais eficaz nas indústrias que despejam seus efluentes no solo ou em algum manancial. Isso contribuirá para a melhoria da qualidade da água nos pontos impactados;
- É de grande importância a continuação do monitoramento das águas no Rio Subaé, visando a verificação da existência ou não de poluição por despejos de origem doméstica ou industrial, visando a proteção dos seus corpos hídricos. O INEMA deveria aumentar a quantidade de pontos monitorados, que hoje está sendo pequena e deve ser monitorado também, os metais pesados, uma vez que existiu um contaminação por Chumbo na cidade de Santo Amaro - BA além de ter um centro industrial na cidade de Feira de Santana - BA com diferentes tipos

industrias que lançam seus efluente tratados ou não no rio Subaé e isso está comprometendo a qualidade da água, como foi observados em trabalhos de avaliação da qualidade das águas por esse tipo de poluente.

- É de grande importância para o Rio Subaé, a proteção e recuperação das nascentes através de Unidade de Conservação de categoria de Proteção Integral tendo em vista que, o município de Feira de Santana que tem uma população crescente, e também que algumas nascentes estão sendo degradadas e ou prejudicadas por pequenas comunidades, deve-se também haver a proteção e o reflorestamento da mata ciliar respeitando a distância necessária para a sua conservação estipulada pelo Código Florestal. Já que o rio Subaé desde a nascente até a foz, encontra-se ambientalmente comprometido, por conta do lançamento de água residuárias domésticas e industriais.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADÔRNO, E. V.; CRUZ, M. A. S.; JESUS, T. B. DE; NASCIMENTO, D. C. **Avaliação do impacto do uso e ocupação da terra na qualidade da água das nascentes e lagoas da bacia do rio Subaé com subsídio de técnicas de Sensoriamento Remoto.** Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, Curitiba, PR. p.6387. 2011.
- ADÔRNO, E. V.; SACRAMENTO E. S.; JESUS T. B. **Sig e recessão linear para avaiiação ambiental das nascentes do rio Subaé em Feira de Santana Ba,** 2013.
- ANA, Agencia Nacional de Águas (ANA). Disponível em: Portal da Qualidade das Águas <http://portalpnqa.ana.gov.br/default.aspx> Acesso em: 17/03/2015.
- ANDRADE, M. F. **A Contaminação por Chumbo em Santo Amaro – Ba: A ciência e o mundo da vida no estuário do Rio Subaé,** artigo 2012.
- BAHIA. CONSELHO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE – CEPRAM: RESOLUÇÃO N° 1.102, DE 22 DE SETEMBRO DE 1995.
- BAHIA. **Protocolo do Rio Subaé.** Disponível em [http://www.uefs.br/home/acontece/acontece\\_nov04\\_2005b.html](http://www.uefs.br/home/acontece/acontece_nov04_2005b.html). Acesso em: 24/11/2015.
- BARBOSA, ANTENOR. **Elementos de Hidrologia Aplicada**(2006).

- BARRETO, N. S. E.; SILVEIRA, C. S.; PAIN, I. S.; SARAIVA, M. A. F. **Avaliação do impacto ambiental no rio Subaé, São Francisco do Conde-BA, através de bioindicadores de contaminação fecal**, artigo 2013.
- BORGES, L. F.; ARAÚJO, N. S.; SANTOS, P. S.; NASCIMENTO, D. M. **Estudo de uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica do Rio Subaé estado da Bahia**. Artigo, 2014.
- BRASIL. RESOLUÇÃO CONAMA N°430, de 13 de maio de 2011.
- BRASIL. RESOLUÇÃO CONAMA N° 357, de 17 de março de 2005.
- CETESB, COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL-CETESB. CETESB (2014). **Determinação de Clorofila a e Feofitina a: método espectrofotométrico: CETESB, 2014**. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/11/2013/11/L5306.pdf> . Acesso em: 03/03/2016
- CETESB, COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL-CETESB. CETESB (2007). **Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo: 2006. São Paulo: CETESB, 2007**. (Série Relatórios). Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/33-publicacoes/-relatorios>. Acesso em: 20/11/2015.
- CETESB, COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL-CETESB. **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo - Apêndice A - Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. CETESB, 2008**. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>. Acesso em: 11/04/2015.
- CETESB, COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL-CETESB. **Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade Das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem. CETESB, 2009**. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/125-variaveis-de-qualidade-das-aguas-e-dos-sedimentos>. Acesso em: 26/04/2015.
- CONSUMO SUSTENTÁVEL: **Manual de educação**. Brasília: Consumers International/ MMA/ MEC/ IDEC, 2005.
- FUNASA, Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). **Avaliação de risco à saúde por exposição a metais pesados em Santo Amaro da Purificação-BA**, 2003.
- GIORDANO, G. **Tratamento e Controle de Efluentes Industriais**, 1999.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Cidades. Disponível em < <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acesso em: 23/01/2016.

- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Manual Técnico de Uso da Terra 3º Edição. IBGE, 2013.** Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/usodaterra/manual\\_usodaterra.shtml](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/usodaterra/manual_usodaterra.shtml). Acesso em: 24/11/2015.
- INEMA. INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS – INEMA. Disponível em: SEIRH-Monitora. <http://monitora.inema.ba.gov.br/index.php/graficoiqa/index> Acesso em 18/10/2015; <http://monitora.inema.ba.gov.br/index.php/graficoiet/index> Acesso em 18/10/2015; <http://monitora.inema.ba.gov.br/index.php/relatorioparametro/index> Acesso em 18/10/2015.
- INEMA. Instituto Nacional do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Disponível em: <http://monitora.inema.ba.gov.br/> Acesso em: 10/03/2015.
- INEMA. Instituto Nacional do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). **Gestão de RPGA.** Disponível em: <http://www.inema.ba.gov.br/gestao-2/rpgas/> Acesso em: 16/03/2015.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidades** Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?lang=&coduf=29&search=bahia>. Acesso em: 25/01/2016.
- JAWETZ, E.; MELNICK, J.A. & ADELBERG, E.A. **Microbiologia Médica.** 21 Ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. 175p.
- LAMPARELLI, M. C. **Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento.** Tese de Doutorado. São Paulo : USP/ Departamento de Ecologia., 2004.
- LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água /** Campinas SP: Editora Átomo 2008, 2º Edição.
- LIMA, A. C. P. **Avaliação da qualidade da água do aquífero subterrâneo do entorno do Centro Industrial do Subaé – Feira de Santana – BA /** Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental do Departamento de Tecnologia da Universidade Estadual de Feira de Santana, BA-Brasil, 2009.
- MACHADO, S. L.; RIBEIRO, L. D.; KIPERSTOK, A.; BOTELHO, M. A. B.; CARVALHO, M. DE F. **Diagnóstico da contaminação por metais pesados em Santo Amaro – BA,** artigo 2004.
- MAZONI, P. e MINAS, R. **Poluição por chumbo em Santo Amaro da Purificação,** artigo 2009.
- NUNES, V. J. **Determinação de metais pesados (Mn, Cd, Cr, Cu, Pb) em espécies de peixes presentes na Lagoa Salgada- Feira de Santana.** Monografia apresentada junto ao curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Feira de Santana. 2012.

- PERH-BA. Secretaria de Meio Ambiente do Estado da Bahia, **Plano Estadual dos Recursos Hídricos do Estado da Bahia**, 2005). Relatório da Etapa I Diagnostico e Regionalização, 2005.
- RABELO, T. S. **Estudo das Contaminação Remanescentes de Chumbo e Cádmio no Município de Santo Amaro – Ba**. Monografia apresentada junto a Universidade Federal da Bahia - UFBA, Salvador 2010.
- ROCHA, J. C.; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. A. **Introdução a Química Ambiental**. Porto Alegre. Bookman, 2004.
- SANTOS, L. T. S. O. **Análise da qualidade da água superficial do Rio Subaé - Bahia e influencia do uso e ocupação do solo em seu entorno**. Dissertação apresentada como requisito à obtenção do grau de Mestre em Ciências Ambientais, pela Universidade Estadual de Feira de Santana, 2013.
- SANTOS, L. T. S. O.; JESUS, T. B.; NOLASCO, M. C. **Influência do uso e ocupação do solo na qualidade das águas superficiais do rio Subaé, Bahia**, artigo 2014.
- SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS 2013) **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2013**. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2013>. Acesso em 23/12/2015.
- SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS 2013) **SNIS - Série Histórica** Disponível em: <http://app.cidades.gov.br/serieHistorica/#>. Acesso em 24/01/2016.
- TOLEDO, Jr. A.P. **Informe preliminar sobre os estudos para obtenção de um índice para avaliação simplificada do estado trófico de reservatórios de regiões quentes tropicais**. Relatório técnico, São Paulo. Outubro de 1990. 11p.
- von SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1995.
- von SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2.ed. v.1. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1995.