

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL EM MUNICÍPIOS**

AUDREY BERALDO BORDE

**SISTEMA DE DISPOSIÇÃO OCEÂNICA JAGUARIBE: Investigação da  
Influência do Emissário Submarino na Qualidade da Água**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

MEDIANEIRA  
2015

AUDREY BERALDO BORDE

**SISTEMA DE DISPOSIÇÃO OCEÂNICA JAGUARIBE: Investigação da  
Influência do Emissário Submarino na Qualidade da Água**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista na Pós Graduação em Gestão Ambiental em Municípios – Polo UAB do Município de Mata de São João, BA, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Medianeira.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Fabiana C. A. Schütz

MEDIANEIRA  
2015



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
Especialização em Gestão Ambiental em Municípios



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

Sistema de Disposição Oceânica Jaguaribe: investigação da influência do emissário submarino na qualidade da água

Por

**Audrey Beraldo Borde**

Esta monografia foi apresentada às 10h30 do dia 28 novembro de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista no Curso de Especialização em Gestão Ambiental em Municípios – Polo de Mata de São João, BA, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho Aprovado.

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Fabiana Costa de Araujo Schutz  
UTFPR – Câmpus Medianeira  
(orientadora)

---

Prof<sup>a</sup> Dra. Eliane Rodrigues dos Santos Gomes  
UTFPR – Câmpus Medianeira

---

Prof<sup>a</sup>. Ma. Marlene Magnoni Bortoli  
UTFPR – Câmpus Medianeira

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso-

Dedico este trabalho a meu pai (*in memoriam*) e à minha mãe, por sempre acreditarem no meu potencial e por me ensinarem que a perseverança, acima de tudo, é o que nos leva a alcançar nossos objetivos.

Aos meus queridos irmãos Hebert, Roberto e Andréa, por estarem sempre ao meu lado torcendo pelas minhas vitórias.

A você Michel, meu companheiro vida e nos sonhos, com a sua ternura sempre por perto nos momentos difíceis e de alegria.

## AGRADECIMENTOS

Registro meus agradecimentos a todos os que compartilharam desta jornada, contribuindo, direta e indiretamente, para que eu realizasse esta pesquisa, auxiliando-me e dando-me forças nos momentos em que mais precisei.

Agradeço, especialmente, à minha família, por todo apoio e carinho. Ao meu querido pai Fernando, que agora olha lá de cima por nós.

Aos colegas e professores do curso, por tudo o que com eles aprendi e por partilharem a construção do meu estudo.

À Embasa, o meu agradecimento pelo apoio na liberação dos dados para a elaboração deste trabalho.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná e ao Pólo da Mata de São João. Às professoras Fabiana Costa de Araujo Schutz, Eliane Rodrigues dos Santos Gomes e Marlene Magnoni Bortoli por sua leitura minuciosa, me ajudou na revisão final do texto. A todos, muito obrigada.

“O conhecimento nos faz responsáveis”.

Ernesto Che Guevara

## RESUMO

BORDE, Audrey Beraldo. Sistema de Disposição Oceânica Jaguaribe: investigação da influência do emissário submarino na qualidade da água. 2015. 49f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.

As cidades litorâneas brasileiras em sua maioria despejam o esgoto após algum tipo de tratamento no mar através dos emissários submarinos. A utilização desses emissários, quando desprovido de sistema de tratamento adequado antes do lançamento, pode causar vários efeitos nocivos ao ambiente, comprometendo não apenas o ambiente marinho local, mas também se estendendo aos aspectos socioeconômicos da região. Salvador, conta atualmente com dois emissários submarinos, o mais recente e objeto deste estudo é o Sistema de Disposição Oceânica (SDO) do Jaguaribe, nesse objeto foi questionada a qualidade da água do mar a partir da implementação/inclusão do SDO. A análise foi iniciada com os laudos dos parâmetros físico químico do efluente na saída da Estação de Condicionamento Prévio partindo do mês de fevereiro de 2014 até fevereiro de 2015. Neste estudo, verificou-se que o SDO de Jaguaribe apresenta apenas o tratamento preliminar antes do seu lançamento, seguindo para o oceano com toda a carga orgânica e nutrientes presentes no esgoto. Os dados coletados foram comparados com as Resoluções CONAMA n° 357 de 2005 e n° 430 de 2011. Os parâmetros analisados foram: DBO, DQO, coliformes termotolerante, sólidos em suspensão, mercúrio e nitrogênio amoniacal, dentre esses se destacaram a DBO que apresentou valores superiores ao máximo permitido pela CONAMA 430 nos meses de estiagem e o nitrogênio amoniacal que apresentou picos quando comparado com o máximo permitido a ser lançado. Conclui-se que a adoção de emissário submarino é uma alternativa viável para as cidades litorâneas, porém o monitoramento ambiental deverá ser rígido, uma sugestão é a criação de legislação própria para os projetos e para o estabelecimento de qual pré-tratamento deve ser adotado e quais compostos presentes no esgoto precisam ser removidos antes do lançamento, visando à redução dos impactos.

**Palavras-chave: Esgotos sanitários; Disposição oceânica; Emissário submarino.**

## ABSTRACT

BORDE, Audrey Beraldo. Jaguaribe Ocean Disposal System: investigation of the outfall influence on water quality. 2015. 49f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.

The Brazilian seaside cities mostly dump sewage after some treatment at sea through the underwater outfall. The use of these underwater outfall, when devoid appropriate treatment system before dump, can create various harmful effects to the environment, affecting not only the local marine environment, but also extending to the socioeconomic aspects of the region. Salvador has two underwater outfalls, the most recent is the Ocean Disposal System (ODS) of Jaguaribe, this studyt questions the quality of seawater from the implementation / inclusion of ODS. The analysis began with the reports of the physicochemical parameters of the effluent at the outlet of the Preconditioning Station starting from February 2014 until February 2015. In this study, it was found that the ODS Jaguaribe shows only preliminary treatment before its dump, going to the ocean with all the organic load and nutrients present in the sewage. The collected data were compared with the CONAMA Resolutions n° 357 of 2005 and n° 430 of 2011. The parameters analyzed were: BOD, COD, thermotolerant coliform, suspended solids, ammonia nitrogen and mercury, among these stood the BOD that showed values higher than the maximum permitted by CONAMA 430 in the months of drought, and ammonia nitrogen which showed peaks when compared to the maximum allowed to be dump. Was conclude that the adoption of the underwater outfall is a viable alternative to the seaside cities, but the environmental monitoring should be rigid, one suggestion is the creation of specific legislation for the projects and to establish which pre-treatment should be adopted and which compounds present in the sewage must be removed before the dump in order to reduce the impacts.

**Keywords: Sewage; Ocean Disposal System; Emissary submarine.**



## LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Comparação entre o Tratamento Artificial e o Decorrente do Emissário Submarino.....	19
Figura 02: Processo de Autodepuração.....	23
Figura 03: Unidades Componentes de um Sistema de Disposição Oceânica de Esgotos.....	25
Figura 04: Aspecto da Dispersão do Efluente ao Sair dos Difusores.....	25
Figura 05: Pluma sob Ação do Empuxo e das Correntes.....	26
Figura 06: Quadro dos Principais Impactos Negativos por Meio.....	27
Figura 07: Comportamento dos Efluentes de um Emissário Submarino.....	29
Figura 08: Parâmetros do Projeto no Estudo das Alternativas do SDO Jaguaribe.....	36
Figura 09: Sistema de Disposição Oceânica do Jaguaribe.....	38
Figura 10: Implantação do Novo Emissário Submarino de Salvador.....	39
Figura 11: Quadro da Comparação dos dados com a legislação.....	40

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>13</b>
2.1 ESGOTO DOMÉSTICO E EMISSÁRIOS SUBMARINOS.....	13
2.2 A ÁGUA COMO PROBLEMÁTICA AMBIENTAL.....	14
2.3 CARACTERÍSTICAS DOS ESGOTOS SANITÁRIOS E OS IMPACTOS DO SEU LANÇAMENTO EM AMBIENTES MARINHOS .....	16
2.4 NÍVEIS DE TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS .....	19
2.5 AUTODEPURAÇÃO NOS CORPOS D'ÁGUA.....	21
2.6 EMISSÁRIOS SUBMARINOS .....	24
2.7 IMPACTOS DOS EMISSÁRIOS SUBMARINOS .....	27
2.8 EMISSÁRIOS EM SALVADOR .....	29
2.9 AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL (AIA) .....	32
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>37</b>
3.1 LOCAL DA PESQUISA .....	37
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>40</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>46</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>49</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Uma prática comum nas cidades litorâneas brasileiras é a utilização dos oceanos para despejo dos esgotos, essa solução é utilizada devido a um fenômeno que ocorre com o efluente despejado nesses locais conhecido como autodepuração. Segundo Von Sperling (2005), o fenômeno da autodepuração está vinculado ao restabelecimento do equilíbrio no meio aquático, por mecanismos essencialmente naturais, após as alterações induzidas pelos despejos afluentes.

Nos oceanos ocorre este mesmo princípio, porém, nas últimas três décadas pode-se observar a intensificação da poluição em suas águas. Tal poluição é oriunda principalmente pelos dejetos presentes nos rios, que em grande parte deságuam no litoral. O que ocorre é que a poluição pode ser emitida em grandes distâncias, mas seus reflexos são percebidos em áreas costeiras (FREITAS, 2010).

Os agentes poluidores que mais contaminam as águas marinhas são os esgotos domésticos, industrial e resíduos agrotóxicos. Há de se considerar ainda o descarte dos lixos sólidos das mais variadas formas, como pneus, garrafas de refrigerante, latas e muitos outros tipos de materiais.

De acordo com os dados do Sistema Nacional de Informações de Saneamento - SNIS, referente ao ano de 2013, a coleta através de redes de esgotos atende apenas 48,6% dos municípios do Brasil, porém, a situação se torna ainda mais alarmante quando verificamos que o tratamento é feito em apenas 39% dos municípios, sendo despejado grande parte do esgoto bruto restante em rios, lagos e praias.

O grande problema da poluição lançada nos corpos d'água são os impactos ambientais gerados com o lançamento desses efluentes. “Despejos de rejeitos tóxicos e materiais assemelhados e o escoamento de águas poluídas dos continentes, aumenta de forma progressiva no mundo inteiro. Tudo isso, aliado ao excesso de pesca, está levando ao declínio diversas zonas pesqueiras regionais” (FUNASA, 2006).

Pode-se citar como exemplo de poluição dos corpos d'água a contaminação microbiológica, o acréscimo de matéria orgânica no meio aquático, o aumento da turbidez e a eutrofização (fenômeno causado pelo excesso de nutrientes em um corpo d'água, como

compostos químicos ricos em fósforo ou nitrogênio, provocando um aumento excessivo de algas).

Conforme cita Freitas (2010), para resolver o problema do destino final dos esgotos gerados nas cidades litorâneas, uma das soluções encontradas é o seu pré-condicionamento (para remoção de sólidos grosseiros e parte do material em suspensão) e sua disposição final no mar, através de emissários terrestre e marinho.

A utilização de emissários submarinos como disposição oceânica de esgoto sanitário, desprovido de sistema de tratamento antes do lançamento, pode causar vários efeitos nocivos ao ambiente, comprometendo não apenas o ambiente marinho local, mas também se estendendo aos aspectos socioeconômicos da região.

Devido aos aspectos econômicos os sistemas de disposição oceânica de esgotos domésticos são utilizados em todo o mundo como solução para destinação final dos efluentes urbanos. O descarte no oceano, tanto em águas rasas como em águas profundas, pode desencadear uma série de impactos ambientais negativos, como a eutrofização, a floração de algas tóxicas, a introdução de microrganismos patogênicos e a contaminação por substâncias químicas capazes de produzir efeitos tóxicos sobre a biota.

O princípio básico da disposição oceânica de esgotos sanitários é promover o melhor contato dos efluentes lançados no meio oceânico, e a formação de um campo de mistura adequado para aproveitar o máximo da capacidade potencial que as águas receptoras apresentam, de forma a promover logo no início do contato a difusão e diluição e, em seguida, a dispersão e o decaimento bacteriano das cargas poluentes e contaminantes, conservando assim os padrões de qualidade das águas.

O emprego de emissários submarinos para o lançamento de efluentes deve ser definido a partir de projetos adequados, que possam garantir a qualidade da água após o processo de diluição inicial. Apesar dos recursos naturais serem capazes de transformar a água, a autodepuração dos rios, lagos e mares não acompanham o crescimento da demanda de água consumida, pois apresentam atuação lenta e sensível.

Esta solução que pode levar muitos benefícios para a qualidade das praias, porém, poderão ocorrer diversos prejuízos ambientais, caso estes sistemas não sejam bem dimensionados, operados e monitorados. A capital da Bahia, Salvador, conta atualmente com dois emissários submarinos. O mais recente e objeto deste estudo é o Sistema de Disposição Oceânica (SDO) do Jaguaribe, localizado no bairro da Boca do Rio.

Para o controle dos lançamentos de efluentes, a legislação ambiental existente tem sido um instrumento importante para avaliação desses empreendimentos e da qualidade das águas

marinhas. Diante do exposto esta monografia teve como objetivo geral: Avaliar a qualidade da água do mar a partir da implementação/inclusão do Sistema de Disposição Oceânica Jaguaribe na cidade de Salvador/Bahia.

Como objetivos específicos buscaram-se:

- Elaborar uma revisão bibliográfica a respeito do esgotamento sanitário e os emissários submarinos.
- Levantar dados na Embasa a partir de laudos de análises físico-químicas do ano de 2014.
- Comparar os parâmetros de qualidade da água no entorno do emissário submarino, antes e depois da implantação do Sistema de Disposição Oceânica Jaguaribe.
- Avaliar a qualidade da água no entorno do emissário submarino do Jaguaribe através da comparação com os valores estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 357/05 para águas salinas de classe 1 e Resolução CONAMA N° 430/11;

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 ESGOTO DOMÉSTICO E EMISSÁRIOS SUBMARINOS

Segundo Pereira *apud* Corrêa (2010), esgoto doméstico é a descarga líquida derivada das residências ou instituições, originária dos processos usuais da vida, não resultante de atividades comerciais, industriais ou agrícolas. Sendo assim, o tratamento desse esgoto doméstico é feito pelo poder público, e há várias maneiras de ser tratado este esgoto doméstico.

Para tentar diminuir os impactos ambientais sobre o meio ambiente, existem diversas técnicas de tratamento desenvolvidas e implementadas para a remoção de matéria orgânica das águas residuárias. Entretanto, a remoção de nutrientes como o nitrogênio e o fósforo não recebeu a devida atenção, tornando uma área desprovida de informações e técnicas viáveis para sua implantação (MURATA *et al.*, 2011).

Com a necessidade de se tratar o esgoto gerado, o lançamento dos efluentes no mar torna-se uma alternativa para quem mora em cidades litorâneas. Emissários submarinos fornecem uma tecnologia eficiente, segura e relativamente econômica para a disposição final dos efluentes sanitários e, quando projetados apropriadamente e combinados com condicionamento prévio, podem atingir os objetivos de qualidade de águas e minimizar os impactos adversos ao ambiente e à saúde pública (FREITAS, 2010).

De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB (2015), a construção de um emissário submarino poderá ocorrer desde que se posicionem o mais distante da costa e profundo possível, e em áreas abertas, onde a circulação oceânica é facilitada. Devem-se destacar também os possíveis impactos no ambiente marinho, como a possibilidade de contaminação por microorganismos, o acúmulo de matéria orgânica, o excesso de nutrientes podendo ocorrer a eutrofização do meio, a ocorrência de sólidos em suspensão e conseqüentemente a diminuição da transparência da água, provocando um efeito visual ruim.

Segundo Jaquetti (2012), o nível de tratamento que deve preceder o emissário submarino deverá avaliar o poder de depuração do oceano proveniente da energia das ondas, a

direção das correntes marítima, a vazão de esgoto prevista em projeto para atender a população atual e futura e a extensão do emissário.

Para o correto funcionamento dos emissários submarinos os projetos devem verificar o melhor local para a colocação da tubulação e do difusor, os quais podem ser definidos com a utilização de modelagens computacionais. A análise criteriosa do local servirá para garantir uma boa diluição e conseqüentemente a depuração natural do esgoto (PEREIRA, 2010).

Conforme menciona a CETESB (2004), os primeiros dados a ser levantado pra o planejamento de um emissário submarino são:

- Topografia da região, hidrografia e geomorfologia do leito de fundo do corpo d'água, para determinar a rota de instalação do emissário;
- Dados de maré e ventos, os quais são imprescindíveis para determinar a melhor técnica de instalação e estabilização da estrutura física do emissário submarino;
- Dados de corrente e perfis de salinidade e de temperatura da coluna d'água, utilizados para determinar a localização e configuração de difusores, e a estabilidade física do emissário.

## 2.2 A ÁGUA COMO PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

No mundo a escassez de água é agravada pela desigualdade social e pela falta de manejo e usos sustentáveis dos recursos naturais. Fica claro que a crise mundial dos recursos hídricos está diretamente ligada às desigualdades sociais, nas diferenças registradas entre os países desenvolvidos e os em desenvolvimento.

Segundo a UNICEF (Fundo das Nações Unidas para a Infância), menos da metade da população mundial têm acesso à água potável. A irrigação corresponde a 73% do consumo de água, 21% vão para a indústria e apenas 6% destina-se ao consumo doméstico. Um bilhão e 200 milhões de pessoas (35% da população mundial) não têm acesso à água tratada. Um bilhão e 800 milhões de pessoas (43% da população mundial) não contam com serviços adequados de saneamento básico. Diante desses dados, temos a triste constatação de que dez milhões de pessoas morrem anualmente em decorrência de doenças intestinais transmitidas pela água. (CETESB, 2015).

Em corpos d'águas utilizados para a recreação humana, além da boa qualidade da água é necessário que o aspecto estético da água seja bom, caso contrário, a população poderá ter repulsa a essa água. Neste sentido, o efluente tratado só poderá ser lançado no corpo hídrico seguindo as exigências das Resoluções CONAMA n.º 357 de 2005 e n.º 430 de 2011. Tais resoluções estabelecem as condições e padrões de lançamento dos efluentes, garantindo que a qualidade do manancial não seja prejudicada.

Em termos gerais, os usos da água envolvem todas as atividades humanas podendo servir para consumo ou como insumo em algum processo produtivo. Considerando que a disponibilidade do recurso é cada vez menor, já que por um lado, a água é compartilhada por atividades distintas e por outro, porque ela não é utilizada de forma racional. Podem-se citar como exemplo, as indústrias e a mineração que empregam tecnologias que exigem grandes quantidades de água, e em decorrência geram grandes quantidades de água residual que são devolvidas às fontes de água sem um tratamento prévio. Há também o caso da agricultura, em que a demanda de água também é muito grande, sobretudo em locais onde as chuvas não são constantes, e, além disso, colaboram para a contaminação dos cursos de água, já que utilizam fertilizantes químicos e agrotóxicos (CORSAN, 2015).

Atrelado a isso, o ciclo hidrológico terrestre é o mais afetado pelas mudanças climáticas atualmente em progresso, o que têm impacto direto na disponibilidade de água doce em rios, lagos e geleiras.

No Brasil, para garantir que a água apresente uma boa qualidade, especialmente para recreação de contato primário, pode-se realizar testes com água e verificar a balneabilidade do local, avaliando se o local é próprio ou não para o banho.

A balneabilidade de um corpo hídrico é a capacidade que um local tem de possibilitar as atividades que exijam o contato primário com a água. O teste de balneabilidade indica a qualidade do corpo d'água como própria ou imprópria para uso. Neste teste, a balneabilidade é determinada a partir da quantidade de bactérias do grupo coliforme presentes na água, sendo quantificada os coliformes totais e termotolerantes, *Escherichia coli* e/ou *Enterococos*.

Segundo a Resolução CONAMA n.º 274 de 2000, que dispõe sobre a balneabilidade, conforme cita Pereira (2010):

“[...] a balneabilidade das águas, a resolução do CONAMA n.º 274 de 2000, definiu que as águas doces, salobras, ou salinas destinadas a balneabilidade (recreação de contato primário), terão sua condição avaliada nas categorias próprias e impróprias, sendo que as águas próprias são quando 80% ou mais de conjunto de amostras coletadas nas últimas cinco semanas anteriores, no mesmo local, houver no máximo 800 *Escherichia coli* por 100 mililitros. E



será a água será classificada como imprópria quando em mais de 20% das amostras de um conjunto de amostras coletadas nas últimas cinco semanas anteriores, no mesmo local, for superior a 800 *Escherichia coli* por 100 mililitros, ou quando na última coleta o resultado for superior a 2000 *Escherichia coli* por 100 mililitros.”

Esse teste para indicação da balneabilidade pode ser utilizado para a análise da qualidade da água das praias. Na cidade de Salvador, este teste é realizado pelo Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - INEMA.

### 2.3 CARACTERÍSTICAS DOS ESGOTOS SANITÁRIOS E OS IMPACTOS DO SEU LANÇAMENTO EM AMBIENTES MARINHOS

Emissários existentes e construídos em décadas passadas foram concebidos para outra realidade, apresentando aspectos técnicos e legais que não condizem mais com a realidade atual. No Brasil, tem-se utilizado uma solução padrão: tratamento composto com a fase primária, retirando os sólidos através de peneiras rotativas e, em alguns locais, sistema de cloração após o peneiramento.

Composto prioritariamente por água, segundo Von Sperling (2005), os esgotos domésticos contêm aproximadamente 99,9% de água, a fração restante inclui sólidos orgânicos e inorgânicos, suspensos e dissolvidos, bem como microorganismos. Analisando mais profundamente as características do esgoto pode ser feita uma análise levando em consideração as suas características físicas, químicas e biológicas. De acordo com FUNASA (2006), as características do esgoto são:

- Características físicas:
  - Matéria sólida: 99,9% composto por água e 0,1% composto por sólidos;
  - Temperatura: em geral um pouco superior a da água, tendo uma velocidade de decomposição proporcional ao aumento da temperatura;
  - Odor: causado pelos gases oriundos da decomposição da matéria orgânica, um odor razoavelmente suportável é sentido em esgoto fresco e o odor de ovo podre é sentido em esgoto velho ou séptico;

- Cor e turbidez: é uma indicação do estágio de decomposição do esgoto; quando apresentar alguma turbidez e cor acinzentada esse é caracterizado como um esgoto fresco, já a cor preta é típica do esgoto velho;
- Variação de vazão: essa variação depende dos costumes da população, mas é utilizado um fator de conversão de consumo de água para geração de esgoto de 0,8, ou seja, a cada 100 litros de água consumidos são gerados 80 litros de esgoto.
- Características químicas:
  - Matéria orgânica: compõe cerca de 70% dos sólidos presentes no esgoto, sendo composto por proteínas, carboidratos, gorduras, óleos, uréia, sulfatans, fenóis etc;
  - Matéria inorgânica: composta prioritariamente por areia.
- Características biológicas:
  - Microrganismos de águas residuais: os principais são as bactérias, fungos, protozoários, vírus e algas;
  - Indicadores de poluição: as bactérias coliformes são típicas do intestino do homem e de outros animais de sangue quente, por isso podem ser utilizadas para indicar e medir a grandeza da poluição.

Conhecendo essas características fica clara a importância em tratar o esgoto e promover o adequado lançamento no meio ambiente, evitando uma possível contaminação.

De acordo com o Relatório do Desenvolvimento Humano elaborado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD (2006), todos os anos, cerca de 1,8 milhões de crianças morrem em decorrência direta de diarreia e de outras doenças provocadas pelo contato com a água suja e por más condições de saneamento. Para sanar esses problemas de saúde, as cidades litorâneas optam pelo tratamento de esgoto utilizando os emissários submarinos.

Segundo Ortiz (2006) e Freitas (2009) *apud* Abessa *et al* (2012), o custo de um sistema de disposição oceânica de esgotos sanitários para localidades litorâneas de pequeno porte, em geral, é mais econômico que os respectivos sistemas de tratamento de esgotos convencionais. Por esse motivo, os emissários são muito utilizados em cidades litorâneas, como por exemplo, o Estado de São Paulo, que apresenta 07 (sete) emissários. Porém, há de se considerar que para iniciar a implantação de um emissário, deverão ser analisados todos os impactos associados a este tipo de tecnologia de tratamento.

Um sistema de disposição oceânica de esgoto sanitário conforme cita Gonçalves e Souza (1997) é:

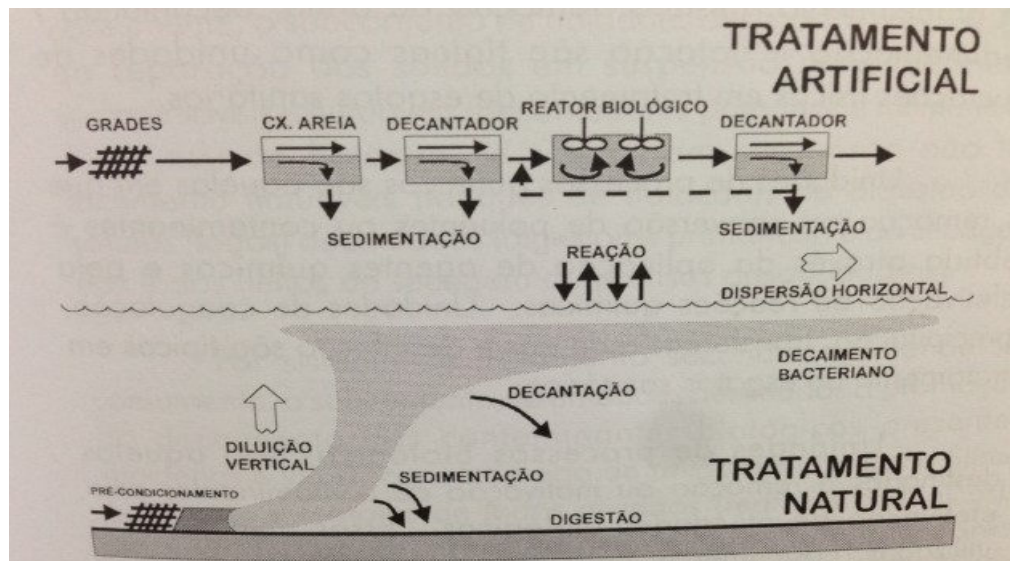
“[...] aquele destinado a promover o tratamento desses efluentes utilizando a capacidade potencial de autodepuração das águas marinhas para a promoção da redução das concentrações poluentes a níveis admissíveis, antes que o campo de mistura esgoto/água marinha possa, nas condições mais adversas de deslocamento, atingir áreas de usos benéficos, especialmente aquelas relacionadas ao banho e esportes aquáticos ou à atividade de aquicultura.”

Ou seja, esse sistema tem como objetivo utilizar-se da capacidade de autodepuração dos oceanos para tratar o esgoto. Entretanto, para alcançar uma maior eficiência é necessário utilizar algum tipo de tratamento antes do lançamento no meio marinho, para assim garantir que a autodepuração do esgoto nos oceanos seja o suficiente para que não ocorra a contaminação da água. De acordo com Pereira (2010), “quanto maior for o grau de tratamento a que este esgoto é submetido antes de seguir para a disposição final, menor será a área da pluma no oceano e menores serão as chances dessa pluma alcançar locais de contato com seres humanos”.

Dessa forma, vale-se citar as etapas a serem seguidas no sistema de disposição oceânica de esgoto. Esses sistemas são comumente formados por duas etapas de tratamento: tratamento prévio, visando retirar sólidos grosseiros, algumas vezes pode ser observado um tratamento secundário (utilização de Reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendente) e o tratamento do esgoto utilizando-se da autodepuração dos oceanos.

O tratamento prévio ocorre nas estações de condicionamento prévio de esgoto envolvendo, na maioria das vezes, a etapa de gradeamento e dispositivos como a caixa de areia. O objetivo é remover sólidos grosseiros e tornar o efluente apto a ser lançado no oceano sem prejudicar a qualidade da água. Segundo Gonçalves e Souza (1997), as estações de condicionamento prévio podem ser implantadas em nível de tratamento preliminar, primário, secundário ou mesmo reduzir-se a apenas um condicionamento hidráulico.

Após passar pelo condicionamento prévio o efluente segue pela tubulação do emissário até alcançar uma distância mínima da costa e então através dos difusores o esgoto é lançado no mar. No oceano outras etapas do tratamento do efluente são iniciadas como é mostrado na Figura 1:



**Figura 1. Comparação entre o Tratamento Artificial e o Decorrente do Emissário Submarino.**  
 Fonte: Britto *Apud* Gonçalves E Souza (1997).

## 2.4 NÍVEIS DE TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS

O objetivo do tratamento dos esgotos é a correção de suas características indesejáveis, de maneira que o seu destino final ocorra dentro dos padrões de lançamento impostos nas leis vigentes, não havendo alteração na qualidade do corpo receptor.

O Brasil possui 25 regiões metropolitanas das quais 14 estão localizadas em áreas estuarinas, onde estão instalados os principais polos industriais e sistemas portuários. Devido ao grande aporte das cidades litorâneas, o lançamento de esgoto não tratado no mar constitui uma prática ambientalmente inadequada. Há de se considerar também, que o lançamento de efluentes diretamente nos rios, lagos e mares aumentam a quantidade de matéria orgânica presente na água. Essa matéria orgânica serve de alimento a determinadas bactérias que se multiplicam e consomem o oxigênio presente na água, provocando a morte de peixes e de outros animais aquáticos. Os esgotos lançados nas praias trazem riscos para os banhistas, que podem ser infectados por microrganismos causadores de doenças.

Conforme Constituição Federal de 1988, Art. 225: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”

Considera-se esgoto o líquido que provém principalmente de residências, estabelecimentos comerciais, instituições ou quaisquer edificações que apresentem instalações de banheiros, lavanderias e cozinhas, compondo-se essencialmente da água de banho, excretas, papel higiênico, restos de comida, sabão, detergentes e águas de lavagem (FUNASA, 2006).

Para a correta disposição dos efluentes, deve-se realizar o tratamento destes efluentes, com a separação da parte líquida da parte sólida, realizando o tratamento de cada uma das partes, de forma separadamente.

Contudo, para que o tratamento do efluente ocorra de maneira correta é necessário conhecer a composição do esgoto e o local onde o efluente tratado será lançado, avaliando as concentrações das substâncias para que não gerem impactos ao meio ambiente. Com esse objetivo, existem níveis de tratamento que poderão ser empregados no esgoto, conforme apresentados a seguir:

- Tratamento Preliminar: Envolve a remoção de sólidos grosseiros, com a utilização de grades e de caixa de areia;
- Tratamento Primário: Nesta etapa, há a retirada da matéria orgânica empregando fenômenos físicos. Este nível de tratamento é realizado pelos decantadores;
- Tratamento Secundário: Ocorre a retirada da matéria orgânica por via orgânica, ou seja, utilizando bactérias para consumir essa matéria orgânica. Esse nível pode envolver muitos equipamentos como: lagoas de estabilização, digestores anaeróbios, filtro biológico entre outras tecnologias. Após essa etapa pode ser necessário utilizar um decantados secundário;
- Tratamento Terciário: quando existe necessidade em retirar um contaminante específico (metal pesado, nutriente específico, patógeno). Esse nível de tratamento pode ser alcançado quando se utilizam lagoas de maturação, unidades de desinfecção, filtração, etc.;

## 2.5 AUTODEPURAÇÃO NOS CORPOS D'ÁGUA

Segundo Andrade (2010) “A autodepuração é um processo natural, no qual cargas poluidoras, de origem orgânica, lançadas em um corpo d'água são neutralizadas”. Além de oferecerem a capacidade de levar os rejeitos para longe, os corpos receptores têm a capacidade natural de autodepuração, e por esse motivo, os corpos hídricos são tão utilizados para despejo de efluentes.

Por se tratar de um processo biológico, a depuração dos poluentes orgânicos depende dos microorganismos presentes na água, como as bactérias, algas, fungos e protozoários, além das possibilidades de oxigenação e reoxigenação, da atmosfera e da passagem de luz.

Apesar da matéria orgânica não apresentar toxicidade, a sua elevada concentração pode desequilibrar o meio de forma a estimular um crescimento desordenado de algumas espécies. Conforme já mencionado, quando há um crescimento desordenado de bactérias estimulado pela alta concentração de matéria orgânica no corpo hídrico e a concentração de oxigênio dissolvido na água diminui, essa nova característica imposta ao meio pode causar uma restrição à sobrevivência de algumas espécies de peixes, por exemplo, que sejam mais sensíveis a essa variação.

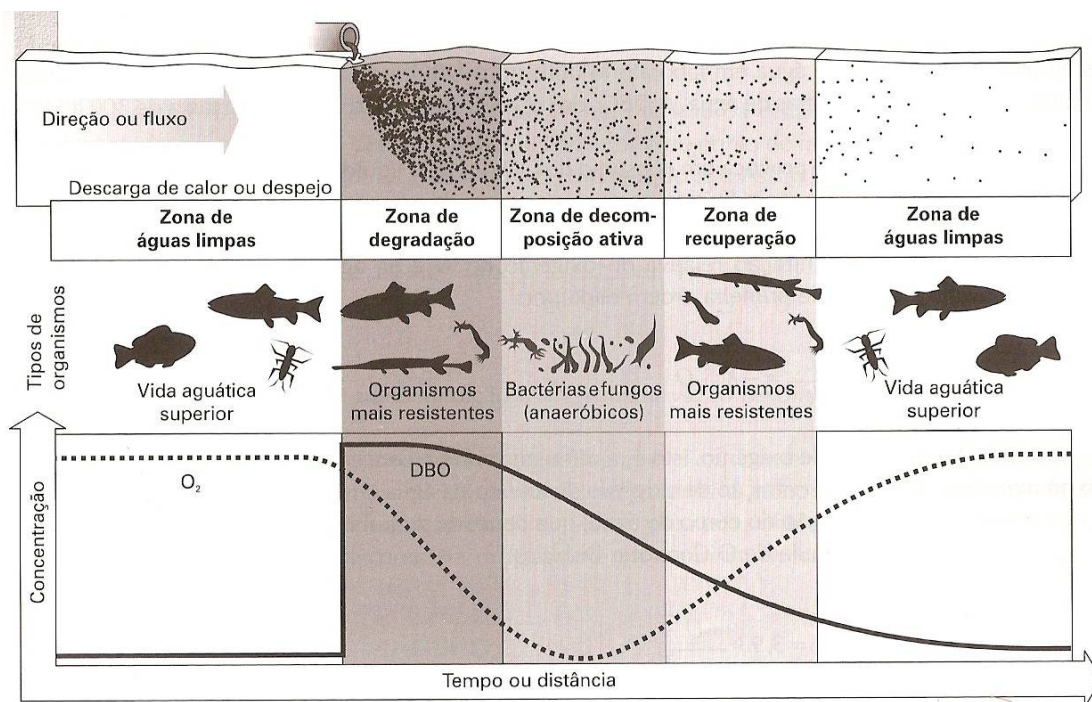
A decomposição dessa matéria orgânica pode ocorrer por via aeróbia ou anaeróbia. A decomposição por via aeróbia ocorre quando as bactérias realizam a degradação como descrito anteriormente, mas quando a matéria orgânica sofre decantação grande parte da conversão se dá em condições anaeróbias, em virtude da dificuldade de penetração do oxigênio na camada de lodo (ANDRADE, 2010). Entretanto a decomposição aeróbia é a responsável pela maior parte da decomposição, devido à disponibilidade de oxigênio dissolvido.

A reposição do oxigênio dissolvido ocorre pela troca gasosa que ocorre na superfície do líquido com a atmosfera e devido à fotossíntese realizada por algas. De acordo com Von Sperling (1996), os seres autótrofos realizam muito mais síntese do que oxidação, gerando sempre um superávit de oxigênio. Esses fenômenos ajudam a regular a quantidade de oxigênio dissolvido no meio, fazendo com que o corpo hídrico possa ter qualidade igual ou semelhante ao trecho à montante do lançamento. Dessa forma, é possível identificar trechos com diferentes características até que a qualidade da água seja retomada, esses trechos são descritos segundo Cunha e Calijuri (2013):

- Zona de degradação: local com abundância de matéria orgânica, nessa região ocorre o despejo dos efluentes por esse motivo as espécies mais sensíveis não ocupam esses lugares;
- Zona de decomposição ativa: nesse trecho do corpo d'água, localizado a jusante da zona de degradação, os microrganismos (se destacam fungos e bactérias) estão adaptados a grande disponibilidade de matéria orgânica e assim realizam a degradação dos compostos o que diminui consideravelmente a concentração do oxigênio dissolvido, as espécies dessa zona se restringem aos decompositores;
- Zona de recuperação: essa zona apresenta uma melhoria na qualidade da água, reaparecimento de algas e em seguida de organismos heterotróficos;
- Zona de águas limpas: o oxigênio dissolvido, matéria orgânica e número de bactérias retornam aos valores encontrados a montante do lançamento, a água passa a ter qualidade semelhante a encontrada antes de ocorrer o lançamento de efluente e as concentrações de nutrientes favorecem o crescimento de algas.

O conhecimento de todas essas etapas auxilia no controle da extensão dos trechos, e, de acordo com Von Sperling (1996), a quantificação e a compreensão do fenômeno de autodepuração são de extrema importância, principalmente quando se busca controlar o lançamento de cargas de efluentes que estejam acima da capacidade de assimilação do corpo hídrico. Para melhor interpretação do fenômeno foram criados muitas equações e programas de computadores para avaliar a qualidade de águas em rios. O modelo matemático mais conhecido é o descrito por Streeter e Phelps, que relaciona a concentração da matéria orgânica com a taxa de decomposição. Porém, é importante ressaltar que vários fatores podem interferir nesta análise, como a variação na vazão do corpo d'água ou do despejo, a temperatura da água, as espécies presentes no corpo hídrico, dentre outros fatores.

Na Figura 2 abaixo, segue a ilustração do processo de autodepuração.



**Figura 2. Processo de Autodepuração.**  
**Fonte: Von Sperling (2005).**

De acordo com (VON SPERLING, 2005), e com base na figura 2, observam-se as diversas zonas existentes, divididas em: zona de degradação, zona de decomposição ativa, zona de recuperação e zona de águas limpas. Na primeira faixa, na zona de degradação a água exibe um aspecto turvo, devido à grande concentração de matéria orgânica, ocorrendo a eliminação de grande parte das espécies existentes e a adaptação das bactérias decompositoras. Atingindo a adaptação, essas bactérias elevam o índice de absorção de oxigênio, diminuindo a vida no rio. Ocorre também a diminuição do pH devido a liberação de ácido carbônico ( $H_2CO_3$ ), decorrente da transformação de  $CO_2$  pela respiração microbiana. Há ainda um aumento dos compostos nitrogenados, que em grande parte, são convertidos para amônia ( $NH_3$ ).

Na zona de decomposição ativa, o nível de degradação atinge o ápice, e o aspecto visual do curso d'água apresenta acentuada coloração, com o lodo no fundo de cor escura. O limite de oxigênio dissolvido está no índice mais baixo possível, podendo ser praticamente inexistente, dependendo da quantidade de despejo jogado, beneficiando apenas os processos anaeróbios. Já na zona de recuperação a água está mais clara, com aparência menos deteriorada e não ocorre mais o desprendimento de maus odores ( $H_2S$ ).

Na última zona, a zona de águas limpas, ocorre o retorno às condições de equilíbrio verificadas antes dos despejos, em que o oxigênio dissolvido, as bactérias e os organismos



patogênicos se encontram nas formas originais. O ambiente fica mais rico em nutrientes devido à mineralização das etapas anteriores, promovendo um maior crescimento de algas.

## 2.6 EMISSÁRIOS SUBMARINOS

Um tipo de disposição de efluentes que vem sendo adotado há décadas em cidades litorâneas é a disposição oceânica, com a utilização de emissários terrestres e marinhos. Conforme menciona SILVA (2011), este tipo de lançamento aproveita a energia de diluição e a capacidade de autodepuração do oceano, despontando o grande benefício em sua utilização.

Geralmente, neste tipo de tratamento, o esgoto passa primeiro por uma estação de condicionamento prévio, onde ocorre o tratamento preliminar, retirando materiais que possam vir a danificar o sistema a jusante. O efluente segue por um emissário terrestre até a chaminé de equilíbrio, estrutura esta destinada a absorver as flutuações de pressão geradas pela oscilação das marés e das vazões de esgoto afluyente e, ao mesmo tempo, garantir a estabilidade do bombeamento do esgoto pré-condicionado em regime contínuo e uniforme, e então segue para o lançamento no oceano.

Esse lançamento deve ocorrer de forma efetiva aproveitando ao máximo o potencial de mistura dos oceanos, como é afirmado por Gonçalves e Souza (1997):

“As instalações de lançamento submarino são destinadas a promover o adequado entranhamento dos efluentes a serem lançados no meio oceânico e a formação de um campo de mistura inicial (diluição) otimizado, de modo a aproveitar ao máximo a capacidade potencial que o corpo receptor apresenta para promover a difusão, diluição e posterior dispersão e decaimento bacteriano das cargas poluentes e contaminantes nele lançadas, de maneira a conservar os padrões de qualidade da água estabelecidos para as diversas zonas do corpo receptor.”

Na porção final do emissário submarino são dispostos vários orifícios que constituem a chamada tubulação difusora, local onde o efluente é lançado nas águas marinhas (Figura 3). Cada orifício difusor forma um jato efluente com quantidade de movimento muito maior, e densidade significativamente menor, que a corrente marinha circunvizinha, facilitando a

difusão. A tubulação deverá ser fixada verticalmente, deixando o esgoto fluir desta de maneira perpendicular ao fundo do oceano.

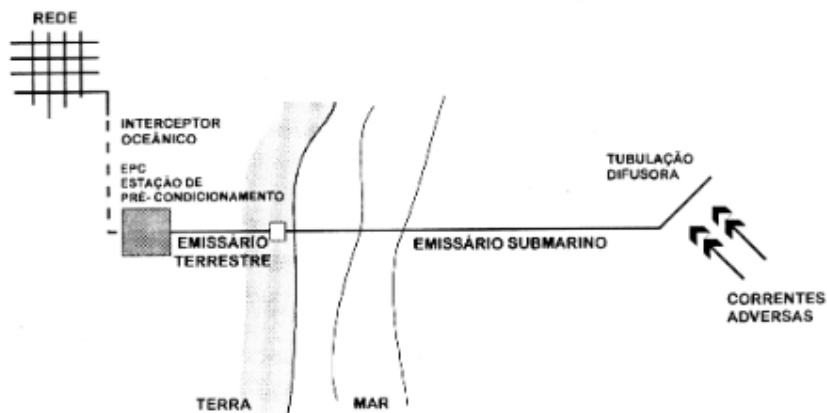


Figura 3. Unidades Componentes de um Sistema de Disposição Oceânica de Esgotos.  
Fonte: Souza *et al.*, apud Gonçalves (1997).

Nos difusores, os efluentes realizam uma trajetória influenciada pela composição de forças verticais e horizontais. Segundo Gonçalves e Souza (1997) à medida que as partículas de efluente acendem verticalmente perdem a velocidade horizontal imposta hidraulicamente, como pode ser observado na Figura 4 a seguir.

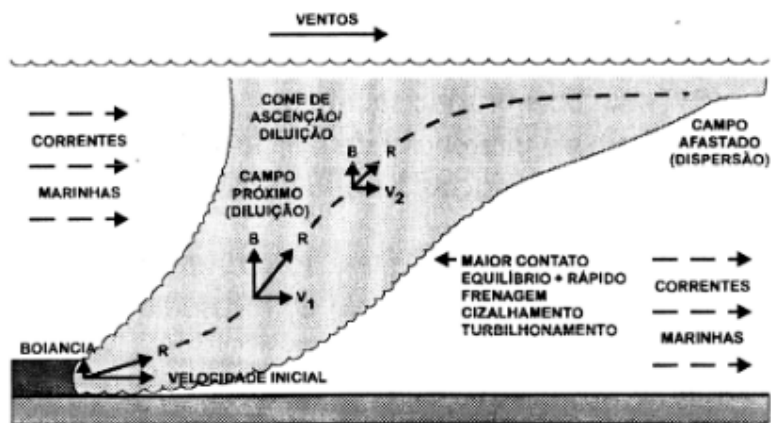


Figura 4. Aspecto da Dispersão do Efluente ao sair dos Difusores.  
Fonte: Souza *et al.*, apud Gonçalves (1997).

Na Figura é demonstrado o comportamento do efluente ao sair dos difusores, sendo possível observar que as partículas localizadas no limite do cone de ascensão são as que sofrem mistura primeiro, segundo Gonçalves e Souza (1997), essas partículas sofrem o efeito da frenagem estabelecendo assim a formação do cone revolto.

A máxima dispersão é observada quando se tem diversos orifícios espaçados de forma que o cone de ascensão formado por cada orifício não sofra influência dos cones formados pelos outros orifícios, com esse pensamento podem ser alcançadas diluições da ordem de 100:1 podem ser alcançadas para pequenas profundidades, de acordo com Gonçalves e Souza. Ressalta-se que a eficiência da diluição pode variar de acordo com a vazão do local, ou seja, a diluição sofre influência das correntes marítimas.

Conforme citam autores Silva et al. (2008), no lançamento do jato efluente de cada difusor há a formação de uma zona de mistura com aparência de uma mancha, denominada pluma. Deve-se considerar que o efluente de densidade  $\rho_e$  é lançado próximo ao fundo do mar, na água com densidade  $\rho_a$ , onde  $\rho_e < \rho_a$ , ficando sujeito a uma força ascensional estimulada devido a esta diferença de densidades entre o esgoto efluente e a massa líquida localizada nas redondezas do emissário. Na ausência de correntes marinhas se forma um cone de mistura, a pluma, que se eleva verticalmente em direção à superfície, podendo eventualmente atingi-la.

Na presença de correntes, um movimento horizontal se sobrepõe àquele e a pluma assume o aspecto mostrado na Figura 5.

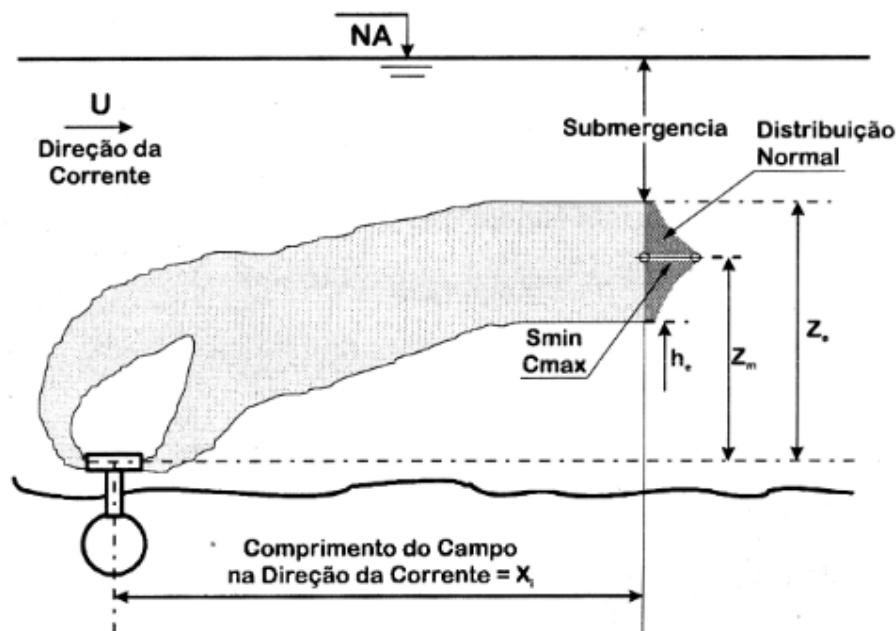


Figura 5. Pluma sob Ação do Empuxo e das Correntes.  
Fonte: Souza et al., apud Gonçalves (1997),

Assim, quanto mais distante do ponto de despejo maior será a área de influência do efluente. Segundo Gonçalves e Souza (1997) esse fenômeno é conhecido como difusividade em vórtice e faz com que qualquer concentração de substâncias presentes nas águas marinhas

tenda a ser difundida horizontalmente, ou seja, as concentrações das substâncias tendem a diminuir com a distância do difusor. Além desse fenômeno de dispersão ocorre também o decaimento bacteriano estimulado pelas condições ambientais impostas pela água marinha.

## 2.7 IMPACTOS DOS EMISSÁRIOS SUBMARINOS

Os impactos negativos causados ao ambiente devido à utilização inapropriada de emissários submarinos podem ser de cunho físico, biótico ou socioeconômico. Os principais impactos negativos são apresentados no Quadro 1:

<b>Meio Físico</b>	Eutrofização do meio aquático
	Alteração dos parâmetros físico-químicos da água na zona de mistura
	Aumento da turbidez
	Redução de habitat
	Redução da qualidade do sedimento
	Aumento da granulometria dos sedimentos
<b>Meio Biótico</b>	Perda da fauna bentônica
	Aumento de floração de algas tóxicas
	Modificação da cadeia trófica/ ecossistema
	Alteração no necton (ictiofauna, cetáceos etc)
	Contaminação de organismos (peixes, moluscos, crustáceos)
<b>Meio Socioeconômico</b>	Conflito com a população local de pescadores
	Desconforto da população
	Desvalorização imobiliária em torno da estação de pré-condicionamento
	Atividade pesqueira
	Alteração da paisagem
	Tráfego

**Figura 6: Quadro dos Principais Impactos Negativos por Meio.**  
**Fonte: Adaptado de Pereira (2010).**

Com o lançamento no mar dos efluentes pelo emissário submarino, poderá ocorrer um fenômeno importante no meio aquático que é a eutrofização, fenômeno causado pelo excesso de nutrientes, como o nitrogênio e fósforo. Com a elevada oferta de nutrientes, há a

multiplicação de microorganismos (algas) que habitam a superfície da água, desenvolvendo uma camada densa que impede a passagem de luz e dificulta as trocas de oxigênio no meio líquido.

A eutrofização implica na redução da taxa fotossintética nas camadas inferiores, acarretando no déficit de oxigênio para atender a demanda respiratória dos organismos aeróbios que ali vivem. Em detrimento das condições de baixo suprimento de oxigênio, não conseguem sobreviver, aumentando ainda mais o teor de matéria orgânica no meio (RIBEIRO, 2015). Segundo Panosso *et al* (2007), tais florações causam drástica redução das concentrações de oxigênio, levando à morte de muitos organismos como os peixes e mamíferos aquáticos, além de desencadear alterações na coloração e no odor das águas.

Dentre as algas que possam florir nesses ambientes existe um grupo específico que em situações de estresse liberam cianotoxinas, toxinas que podem causar danos à saúde do homem e dos animais. Segundo Panosso *et al* (2007), em mamíferos, o efeito das toxinas depende do modo de ação, podendo ocasionar efeitos agudos (irritação da pele, gastroenterites e até parada respiratória) ou crônicos (como por exemplo, a formação de tumores devido à ingestão contínua de água contaminada com microcistinas).

Em decorrência da eutrofização, o número de agentes decompositores que atuam na degradação da matéria morta também aumenta (bactérias anaeróbias facultativas), os quais liberam no meio aquático toxinas que agravam ainda mais a situação dos ambientes afetados, comprometendo toda a cadeia alimentar, além de alterar a qualidade da água, também imprópria ao consumo humano (RIBEIRO, 2015).

Esse fenômeno ocorre especialmente em lagos, porém, foi observado este fenômeno na Baía de Santos, região em que existe um emissário submarino. De acordo com as medições realizadas por Ganesella-Galvão (1998) apud. Abessa *et al* (2012), os valores encontrados para a clorofila-a foram altos (valor máximo de 55,32 mg/m<sup>3</sup>), quando comparados a regiões costeiras ou oceânicas, porém estavam dentro do esperado para regiões eutrofizadas.

Outro impacto negativo associado aos emissários é o aumento da turbidez na região, segundo Pereira (2012) “[...] o aumento de turbidez da água marinha que é causado durante a implantação do emissário [...] durante a operação que também pode causar aumento da turbidez, uma medida pode ser o monitoramento dos parâmetros físicos químicos da água”.

Abaixo segue a Figura 6, exemplificando o comportamento típico do lançamento no mar por um emissário submarino. Nota-se como deve ocorrer a diluição do efluente.



**Figura 7 – Comportamento dos Efluentes de um Emissário Submarino.**  
**Fonte: Pereira (2010).**

Segundo Pereira (2012) o impacto ambiental mais observado na bibliografia pesquisada, tanto em estudos ambientais de emissários ainda não instalados, como nos estudos de monitoramento de emissários já instalados a alguns anos, mostram que os sedimentos é a parte mais afetada pelo lançamento de esgoto através de um emissário.

## 2.8 EMISSÁRIOS EM SALVADOR

A utilização de emissários submarinos na cidade de Salvador surgiu em 1975 com a construção do emissário localizado no bairro do Rio Vermelho, denominado de Sistema de Disposição Oceânica – SDO Lucaia. De acordo com a concessionária local, a Embasa *apud* Silva (2011), neste sistema, o tratamento realizado no esgoto é composto por:

- Estação de condicionamento prévio: gradeamento, desarenador, peneira rotativa, controle de odores;
- Emissário terrestre: extensão de 1.009 metros e diâmetro de 1,75 metros;
- Estação elevatória de alto recalque;
- Chaminé de equilíbrio;
- Emissário submarino: com extensão de 2.000 metros e diâmetro de 1,75 metros;
- Tubulação difusora: com extensão de 350 metros, diâmetro de 1,75 metros e 70 orifícios laterais dispostos alternadamente em intervalos de 5 metros e dois orifícios

frontais, cada orifício apresenta diâmetro de 15 centímetros e profundidade de 27 metros.

Como refere a Embasa (2015), o SDO Lucaia tem capacidade para processar 8,3 mil litros de esgoto por segundo. O sistema atende às áreas do entorno da Baía de Todos os Santos e, na vertente atlântica de Salvador, atende as áreas que se estendem do bairro da Barra até o bairro Jardim de Armação. Esse emissário atendeu à vazão de esgoto produzida pela cidade de Salvador por um longo período, porém, com o crescimento da cidade e a expansão da rede coletora de esgoto, houve o aumento da vazão, sobrecarregando o único emissário existente.

Assim, em 2005 foi proposta a criação do Sistema de Disposição Oceânica do Jaguaribe, destinado para suprir a nova demanda da cidade. O sistema é responsável pelos efluentes coletados nos imóveis situados na vertente atlântica de Salvador, abrangendo desde a região da orla do bairro Boca do Rio até a Praia do Flamengo, além de atender as áreas do entorno da Avenida Paralela, como as bacias do Alto Pituaçu, Águas Claras, Trobogy, Médio Jaguaribe e Mangabeira. Há ainda a previsão de no futuro integrar o esgotamento do município de Lauro de Freitas, segundo informações da concessionária de saneamento do Estado, a Embasa.

De acordo com a Odebrecht Ambiental (2015), o Sistema de Disposição Oceânica de Jaguaribe é composto por:

- Estação Elevatória do Saboeiro, onde começa o condicionamento do esgoto, através de gradeamento (retirada de sólidos grosseiros) e desarenação (processo de separação e descarte de toda a areia do efluente), após passar por esse tratamento o efluente é bombeado para etapa seguinte;
- Estação de condicionamento prévio, localizada em terreno elevado adjacente à Av. Jorge Amado, no bairro da Boca do Rio, limitando-se com área do Museu de Ciências e Tecnologia do Estado da Bahia, a comunidade do Bate Facho e Parque Metropolitano de Pituaçu. Nessa estação ocorre o pré-condicionamento, através do processo de desarenação e peneiras rotativas para a retirada dos sólidos mais finos. Há também o tratamento de odores, processo onde ocorre a captação, neutralização e a eliminação do H<sub>2</sub>S (ácido sulfídrico), evitando, assim, qualquer contaminação ao meio ambiente;

- Emissário terrestre, com início na ECP seguirá pela Av. Jorge Amado, no bairro da Boca do Rio, transportando os esgotos pré-condicionados na ECP até o emissário submarino, com diâmetro de 1.600 mm e extensão de 1.515 m;
- Emissário submarino terá início na orla marítima, na Praia dos Artistas, no bairro da Boca do Rio, próximo à foz do rio das Pedras, com diâmetro de 1.600 mm e extensão de 3.648m, a uma profundidade total de 45 metros;
- Difusores localizados nos últimos 300 metros do emissário submarino, responsáveis pela dispersão que favorecerá a diluição da pluma do efluente.

Como refere a Embasa (2015), o SDO Jaguaribe tem capacidade para processar 5,9 mil litros de esgoto por segundo, beneficiando uma população até o final de plano correspondente a cerca de 1.900.000 habitantes.

Com relação aos resíduos gerados no processo, de acordo com a Odebrecht Ambiental (2015), o tipo de tratamento adotado na ECP não apresentará a formação de lodos biológicos na estação de tratamento, no entanto, haverá nas condições médias de operação do final do plano (ano 2030), os seguintes volumes de resíduos gerados na ECP:

- 8,9 m<sup>3</sup> por dia de areia removida dos desarenadores;
- 18 m<sup>3</sup> por dia de resíduos compactados retirados das peneiras.

Estes resíduos gerados serão armazenados temporariamente na ECP, em containers cobertos, evitando a proliferação de insetos e roedores. Por fim, serão recolhidos pela empresa responsável pela limpeza urbana de Salvador, a LIMPURB, e transportados em caçambas fechadas até o seu destino final, no Aterro Sanitário Centro, localizado no município de Salvador. Já o líquido efluente do processo de desarenação e microgradeamento, voltará ao sistema, através de calhas e canais, e então encaminhados para os emissários terrestre e submarino, até a disposição final no oceano.

Outro ponto importante a ser considerado é a geração de odores devido aos gases desprendidos do esgoto em sua movimentação nas fases do tratamento. Tais gases apresentam um potencial de geração de maus odores, principalmente devido à presença do gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S). Para minimizar o problema, na ECP foi previsto um sistema de tratamento de odores, com lavagem e o tratamento químico dos gases. Neste projeto não se prevê o aproveitamento dos gases gerados na ECP, sendo tratados e emitidos à atmosfera.

Segundo a Odebrecht Ambiental (2015), todas as unidades da ECP serão protegidas e cobertas para impedir a fuga dos gases gerados. As peneiras rotativas foram fornecidas encapsuladas pelo próprio fabricante do equipamento, para permitir a coleta adequada dos



gases, enquanto que as caixas de areia serão cobertas por domos de fibra de vidro. A cobertura prevista também evitará a proliferação de insetos na estação. Os gases serão captados e sugados pelos exaustores em direção à torre de lavagem, sendo oxidados e neutralizados com uma solução de NaOCl (hipoclorito de sódio) e NaOH (soda cáustica). Haverá ainda detectores de H<sub>2</sub>S na saída de gases dos lavadores, aumentando o controle da emissão de odores indesejáveis para a população no entorno da ECP.

De acordo com a Secretaria de Desenvolvimento Urbano – SEDUR, o projeto deste sistema de disposição oceânica foi executado em regime de concessão administrativa, sob a forma de uma Parceria Público-Privada (PPP). Para isso, realizou-se em 2006 a licitação pública que foi vencida pela empresa FOZ BRASIL S/A, do grupo Odebrecht. A unidade Jaguaribe da Foz do Brasil foi constituída para construir, locar e operar o Sistema de Disposição Oceânica do Jaguaribe, através de um contrato assinado com a concessionária local, a Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A. – EMBASA, com duração de 15 anos e 3 meses.

Ainda segundo a Sedur, para a implantação do sistema foi necessário um investimento em torno de R\$ 259 milhões, sendo R\$ 173,8 milhões por meio de financiamento com a Caixa Econômica Federal (CEF), via Programa Saneamento Para Todos, R\$ 53,1 milhões via emissão de debêntures integralizadas pela Carteira Administrada de Saneamento do FGTS, gerida pela CEF e R\$ 32,1 milhões de recursos próprios da Embasa. A obra foi executada pela Construtora Norberto Odebrecht e concluída em abril de 2011, e a operação do emissário iniciou-se em junho de 2011.

## 2.9 AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL (AIA)

No histórico do direito constitucional brasileiro, a Constituição Federal Brasileira, de 1988, foi a pioneira em tratar de maneira direta a respeito do meio ambiente, e trouxe o capítulo VI específico para o Meio Ambiente, destacando em seu art. 225, parágrafo 1º e inciso IV a exigência do Estudo Prévio de Impacto Ambiental:

IV – exigir, na forma de lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade - Regulamento. (BRASIL, 1988).

De modo a criar diretrizes para prevenção e precaução dos possíveis impactos ambientais decorrentes de uma determinada atividade e em consonância com a pauta ambiental que começava a ser difundida na década de 80, foi promulgada ainda antes da constituição, em 1981, a Lei Federal n.º 6938 que estabelece a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA). Esse dispositivo legal traz em seu texto uma série de Instrumentos de Gestão Ambiental de maneira a subsidiar a aplicação da matéria e os eixos destacados pela Lei. Entre esses instrumentos, surge a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), destacada em seu art. 9º e evidenciada sua existência no princípio da prevenção do dano ambiental (FIORILLO, 2014). Entretanto as diretrizes de uso e implementação deste instrumento surgiram cinco anos depois com a publicação da Resolução CONAMA n.º 001 de 1986 que define os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um instrumento previsto na PNMA. Esta resolução traz a aplicação da AIA em seu sentido estrito atribuindo ao possível poluidor a necessidade de se observar a uma série de quesitos na forma de elaboração de um estudo. Pode-se observar no art. 2º da Resolução n.º 001 em que diz:

Artigo 2º - Dependerá de elaboração de estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental - RIMA, a serem submetidos à aprovação do órgão estadual competente, e do IBAMA em caráter supletivo, o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, [...] (CONAMA, 1986).

Na redação do mencionado artigo é abordado um rol exemplificativo de atividades potencialmente poluidoras, ou seja, determinadas atividades que demandam uma análise específica através do então denominado Estudo de Impacto ambiental (EIA) e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA).

Portanto, os emissários submarinos por serem considerados pela legislação ambiental como empreendimentos potencialmente poluidores estão sujeitos ao licenciamento ambiental devendo passar pelas três fases de elaboração (FREITAS, 2010):

- Licença Prévia: onde a preocupação é examinar as alternativas locacionais e tecnológicas em relação ao empreendimento que solicita o licenciamento ambiental. Nesta etapa deverão ser elaborados os relatórios de impactos ambientais (EIAs), técnicos e abrangentes, e os relatórios de impactos ambientais (RIMAs), estes desenvolvidos de maneira mais simples e compreensível para qualquer pessoa interessada.
- Licença de Instalação: quando o órgão responsável pelo controle ambiental verifica se o projeto final do empreendimento foi elaborado segundo as diretrizes, recomendações e exigências existentes no relatório do EIA.
- Licença de Operação: nesta etapa, o órgão de controle ambiental verifica se as obras foram executadas de acordo com o projeto aprovado.

Do ponto de vista técnico o EIA é uma ferramenta de extrema importância, devendo ser elaborado por uma equipe multidisciplinar e interdisciplinar. O EIA contribui para a prevenção e controle ambiental, possibilitando que ocorra o desenvolvimento econômico e a proteção do meio ambiente. Neste relatório devem-se prever os possíveis impactos e determinar as propostas mitigadoras. Através dele, o poder público tomará a decisão de permitir a instalação de determinada atividade.

Em linhas gerais, o EIA é composto pelas seguintes etapas: descrição da atividade, definição da área de influência, diagnóstico ambiental, avaliação de impactos ambientais, definição de planos e programas e proposição de medidas mitigadoras.

No que se refere à prevenção, o diagnóstico deverá apresentar todas as informações referente ao local, retratando o ambiente em que está inserido e no que se refere aos meios físico, biótico e socioeconômico. Do ponto de vista da implantação de um emissário, essa é uma das partes mais importantes, uma vez que será necessário entender os parâmetros existentes no local de implantação, para que no monitoramento possa se avaliar a influência daquela atividade e através disso buscar medidas de mitigação.

A Avaliação de Impacto Ambiental como uma metodologia de estudo, servirá para cruzar a atividade com o diagnóstico realizado e ponderar a influência daquela atividade no meio. Com base nesta etapa será descrito o que pode ser feito para reduzir ou neutralizar os

aspectos e impactos negativos criando as medidas mitigadoras, dessa forma são criadas as primeiras interpretações, critérios de análise e indicadores de monitoramento.

A partir das observâncias geradas na AIA e das proposições das medidas mitigadoras serão definidos quais serão os Planos e Programas a serem implementados durante a fase de localização, implantação e operação do empreendimento. Neste momento, o empreendedor ou órgão que esteja implantando a atividade irá criar um compromisso com o órgão ambiental para realizar esses planos, convertendo-os em um compromisso através das condicionantes ambientais vinculadas à licença.

Esta é uma etapa muito importante, pois transfere ao empreendedor a responsabilidade que deve ser apresentada periodicamente ao órgão responsável, gerando dados para a sociedade civil e uma maior influência do poder público em atuar preventivamente em possíveis acidentes e impactos maiores.

Deste modo, qualificar e se possível, quantificar antecipadamente o impacto ambiental é função do EIA, tornando desta maneira, como um suporte para o planejamento das devidas atividades ou obras que possam interferir de forma prejudicial ao meio ambiente.

A legislação garante a obrigatoriedade dos estudos ambientais necessários para que os emissários submarinos comprometam menos a qualidade do meio ambiente. Estes estudos ambientais independem do porte do emissário submarino. Para o licenciamento ambiental de um emissário submarino é necessário a emissão das três licenças ambientais: Licença Prévia, Licença de Instalação, e Licença de Operação, que são concedidas respectivamente com a apresentação dos estudos ambientais pedidos pelo órgão ambiental, e pelo cumprimento das exigências feitas na fase anterior.

Os impactos ambientais podem variar de acordo com vários fatores, como a vazão do projeto, características da área onde será feita a disposição, e nível de tratamento do esgoto antes do lançamento. Uma opção é avaliar alguns emissários já existentes e em operação, e outros que estão na fase dos estudos para observar quais os impactos ambientais de cada caso. Uma forma de minimizar os impactos dos emissários é realizar um tratamento primário, secundário, ou ainda até terciário, antes da disposição oceânica.

Segundo Pereira (2010), no EIA/RIMA do SDO do Jaguaribe foram analisadas quatro alternativas para a passagem do emissário submarino, porém, duas delas já foram descartadas logo no início por motivos diversos, restando apenas o eixo 1 (Praia do Piatã) e eixo 4 (Praia dos Artistas). Na avaliação do desempenho operacional dos sistemas de disposição oceânica, foram realizadas simulações da passagem da pluma de coliformes considerando alguns aspectos nos dois eixos em questão, como por exemplo, as diversas condições climáticas,

como inverno e verão, e as diferentes marés do local. Para a simulação foram utilizados os programas RSBWIN (Simulações do campo próximo) e o SisBAHIA® (simulação de campo afastado). Nesta simulação, o emissário opera com a vazão máxima de projeto, avaliando se a pluma de esgotos que sai atingirá a zona de balneabilidade com concentração de coliformes maior que a permitida pela legislação (1000 CF/100 ml).

Ainda de acordo com Pereira (2010), a Figura 7 abaixo apresenta os parâmetros de projeto do SDO Jaguaribe (instalado recentemente) e a do submarino existente, SDO Lucaia (mais antigo).

PARÂMETROS	ALTERNATIVAS DO NOVO SDO		SDO EXISTENTE
	Eixo 1 - Praia de Piatã (Jaguaribe)	Eixo 4 - Praia dos Artistas (Boca do Rio)	Emissário do Camarogibe (Rio Vermelho)
Extensão total do emissário (m)	3.920	3.774	2.350
Extensão do difusor (m)	393	393	350
Número de difusores	78	78	70
Diâmetro dos difusores (m)	0,15	0,15	0,15
Espaçamento entre os difusores (m)	5,1	5,1	5 (alternados)
Vazão máxima (m <sup>3</sup> /s) para o ano de 2030 (final de plano)	5,9	5,9	7,7
Concentração inicial de coliformes fecais: Co (UFC/100mL)	3x10 <sup>8</sup>	3x10 <sup>8</sup>	3x10 <sup>8</sup>
Concentração final de coliformes fecais: Cb (UFC/100mL)	1x10 <sup>3</sup>	1x10 <sup>3</sup>	1x10 <sup>3</sup>
Faixa de balneabilidade (m)	300	300	300
Valor da taxa de decaimento bacteriano (T90) (minutos)	90	90	90
Diluição inicial mínima na zona de mistura ativa	1:100	1:100	1:100

**Figura 8: Parâmetros do Projeto no Estudo das Alternativas do SDO Jaguaribe.**  
**Fonte: Pereira *Apud* Eia/RIMA SDO DO JAGUARIBE (2005).**

Verifica-se que nas alternativas do Eixo 1 e Eixo 4 que a extensão considerada para o novo emissário é maior que a do emissário existente no bairro do Rio Vermelho, permitindo que o lançamento do emissário ocorra mais afastado da praia, favorecendo a balneabilidade do local.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para elaboração deste estudo, iniciaram-se as revisões bibliográficas acerca do assunto. Posteriormente, obteve-se com a Empresa Baiana de Águas e Saneamento – EMBASA, responsável pelo saneamento no Estado da Bahia, os laudos das análises dos parâmetros físico químico do efluente na saída da Estação de Condicionamento Prévio. Esses dados foram analisados e comparados com as Resoluções CONAMA n° 430 de 2011 e Resolução CONAMA n°357 de 2005, para inferir sobre a qualidade do tratamento e do efluente. Cabe destacar a importância dos gestores ambientais conhecerem tais resoluções, já que estas norteiam as questões de lançamentos de efluentes em corpos receptores.

A escolha dos parâmetros analisados foi feita com base na composição do esgoto de Salvador e nos processos que ocorrem na Estação de Condicionamento Prévio no bairro da Boca do Rio. Para uma melhor análise foi levada em consideração a sazonalidade do local, pois a intensidade de chuvas pode aumentar a vazão do esgoto. Em Salvador a maior intensidade de chuvas ocorre no período de outono e inverno.

Nesse estudo, foram utilizados dados referentes ao período de um ano, partindo do mês de fevereiro de 2014 até fevereiro de 2015. Os dados foram organizados de maneira que fosse possível realizar comparações com as legislações vigentes e já mencionadas.

#### 3.1 LOCAL DA PESQUISA

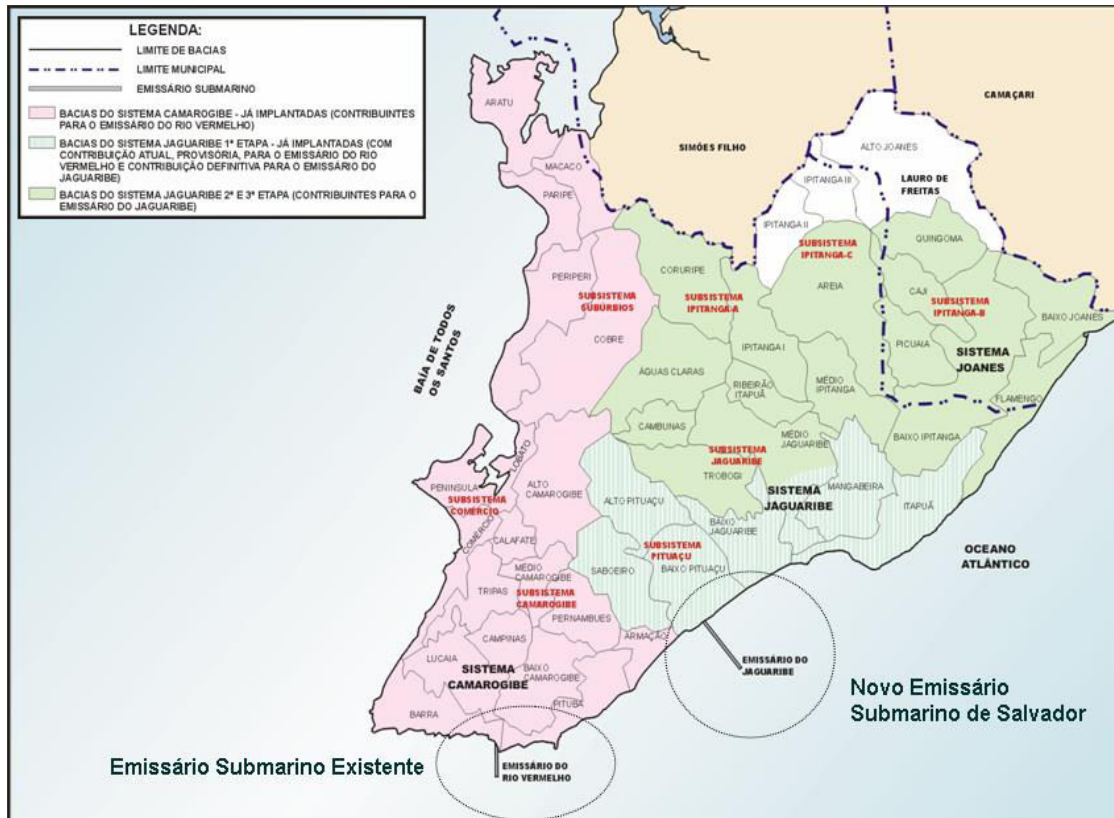
O Sistema de Disposição Oceânica do Jaguaribe (SDO) do Jaguaribe é o segundo emissário submarino de Salvador e está localizado no bairro da Boca do Rio. Foi inaugurado em 27 de maio de 2011.

Este sistema possui uma estação de condicionamento prévio, que será instalada numa área elevada ao lado do Museu de Ciência e Tecnologia, denominada de ECP-Pituaçu, além de um emissário submarino próximo à Foz do Rio das Pedras. O caminhamento do emissário terrestre é indicado na Figura 8.



**Figura 9. Sistema de Disposição Oceânica do Jaguaribe.**  
**Fonte: Geohidro (2005).**

Este sistema atende a região da orla da Boca do Rio até a Praia do Flamengo, as bacias de Alto Pituaçu, Águas Claras, Trobogy, Médio Jaguaribe e Mangabeira, e, futuramente, o projeto poderá receber o sistema de esgotamento de Lauro de Freitas, município da Região Metropolitana de Salvador - RMS. A Figura 9 mostra a localização do novo emissário submarino.



**Figura 10: Implantação do Novo Emissário Submarino de Salvador.**  
**Fonte: KPMG (2008).**

Este trabalho apresenta perspectivas da pesquisa quantitativa, com base na análise de dados. Finalizada a parte da pesquisa bibliográfica, as informações coletadas sobre o estudo de caso, com base no referencial teórico apresentando, visita ao local da Estação de Condicionamento Prévio, relatórios técnicos do IBAMA, fotográficos e acervo da construtora do emissário.



#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o estudo e com base nos laudos da saída da ECP do SDO de Jaguaribe, são disponibilizados na Figura 11 a seguir:

PERÍODO	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	COLIFORMES TERMO-TOLERANTES UFC/100 mL	SÓLIDOS EM SUSPENSÃO (mg/L)	MERCÚRIO (mg/L)	NITROGÊNIO AMONICAL (mg/L)
Fev/14	120	278	2,00E+06	124	<0,002	15
Mar/14	150	290	3,30E+06	140	<0,002	18
Abr/14	120	312	5,30E+06	138	<0,002	19
Mai/14	130	342	3,30E+06	155	<0,002	15
Jun/14	135	305	4,20E+06	157	<0,002	19
Jul/14	155	315	3,70E+06	136	<0,002	17
Ago/14	105	198	4,50E+06	178	<0,002	26
Set/14	135	285	3,50E+06	156	<0,002	19
Out/14	155	338	4,50E+06	173	<0,002	21
Nov/14	175	354	5,50E+06	188	<0,002	19
Dez/14	180	350	5,00E+06	189	<0,002	18
Jan/15	155	344	4,30E+06	199	<0,002	19
Fev/15	165	375	4,00E+06	205	<0,002	19
CONAMA 430/2011	Remoção mínima de 60% de DBO	Não determinado	Não determinado	Remoção de 20%, após desarenação	0,01 mg/L Hg	20,0 mg/L N
CONAMA 357/2005 – Águas Salinas Classe 1	Não determinado	Não determinado	Até 1000 NMP/100 mL	Não determinado	0,0002 mg/L Hg	0,40 mg/L N

Figura 11: Quadro da Comparação dos Dados com Legislação.  
Fonte: Dados da Embasa ano 2014.

De acordo com a Figura 11, é possível observar algumas irregularidades na qualidade do efluente lançado. Para a verificação dos resultados, compararam-se os valores encontrados com os apresentados nas Resoluções CONAMA nº 430 de 2011 e CONAMA nº 357 de 2005.

Para o parâmetro DBO, o Artigo 16 da Resolução de 2011, item g, determina que o valor limite para a DBO é:

g) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5 dias a 20°C): remoção mínima de 60% de DBO sendo que este limite só poderá ser reduzido no caso de existência de estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor (CONAMA, 2011).

Entretanto, na Seção III - Das Condições e Padrões para Efluentes de Sistemas de Tratamento de Esgotos Sanitários, desta mesma Resolução, cita em seu Artigo de n.º 21, item d, que:

d) Demanda Bioquímica de Oxigênio-DBO 5 dias, 20°C: máximo de 120 mg/L, sendo que este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.

Contraopondo-se a esse valor máximo de DBO pode-se inferir que apenas os meses de fevereiro, abril e agosto de 2014 estavam com concentrações regulares. Quando analisado o período em que ocorreram as menores concentrações de DBO é constatado que ocorre justamente no período de chuvas, ou seja, muito provavelmente houve a diluição do efluente, reduzindo a carga da DBO. Quanto aos meses com concentração de DBO superior ao limite máximo, observa-se que dezembro de 2014 foi o mês com a maior concentração, com 180 mgDBO/L, uma concentração acima do limite estabelecido em resolução. A atenção a este parâmetro vem do fato de que um alto valor de DBO pode indicar um aumento da microflora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática.

Outro fator analisado foi a Demanda Química de Oxigênio – DQO, sendo esta a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica por um agente químico. A relação entre os valores de DQO e DBO varia de acordo com as características do esgoto e à medida que passa pelas diversas etapas do tratamento. Para águas residuais de origem doméstica, as relações entre DQO/DBO variam de 1,7 a 2,4. Por conta disso, os valores da DQO normalmente são maiores que os da DBO, e o aumento da concentração de DQO num corpo d'água devem-se principalmente a despejos de origem industrial, por isso a importância de sua análise. Como se pode observar na Figura 11, nenhuma das Resoluções CONAMA

estabelecem um valor para a DQO nos efluentes. Porém, é um parâmetro muito útil quando utilizada em conjunto com a DBO, observando-se a biodegradabilidade de despejos.

Para o mercúrio, a Resolução CONAMA n° 430/11 estabelece um limite máximo de 0,01 mg/L, e de acordo com os laudos analisados, em nenhum dos meses o valor encontrado foi superior ao limite máximo previsto. Porém, na Resolução CONAMA n° 357/05, águas salobras – Classe 1, para manter a classificação do corpo hídrico se faz necessário manter uma concentração de no máximo 0,0002 mg/L, e, conforme observado, a concentração encontrada foi inferior ao limite máximo de lançamento. O valor encontrado abaixo do limite é um bom indicativo, já que efluentes sanitários domésticos não deve-se apresentar metais pesados, tais como o mercúrio.

Os sólidos em suspensão estabelecem um parâmetro básico para o dimensionamento das unidades da ECP. Este parâmetro abrange os sólidos sedimentáveis, os quais poderiam sedimentar no fundo do oceano caso fossem lançados ao mar; sólidos flutuantes, que poderiam atingir à zona de balneabilidade caso fossem lançados ao mar; e os sólidos finos que, mesmo lançados ao mar, se mantêm em suspensão no meio sendo dispersos a partir da zona de difusão do emissário. Destes sólidos, os sedimentáveis e os flutuantes são os que apresentam maior importância do ponto de vista do saneamento, devendo ser removidos do esgoto em grau suficiente para não afetar o ambiente marinho e a balneabilidade das praias, isto porque, os sólidos podem causar danos aos peixes e à vida aquática.

Outro parâmetro analisado foi nitrogênio amoniacal, uma das formas nitrogenadas que surgem no efluente final, destacando-se o nitrogênio amoniacal, o nitrito e o nitrato. O nitrogênio amoniacal é altamente tóxico e possui elevada demanda por oxigênio dissolvido, sendo o principal responsável pela eutrofização dos corpos d'água (MURATA *et al.*; *apud* BOAVENTURA *et al.*, 1997). Sob o ponto de vista de saúde pública, o nitrogênio é o agente causador da metahemoglobinemia (síndrome do bebê azul) e também é o responsável pela formação de substâncias de poder mutagênico e carcinogênico em diversos organismos. Por isso, a presença de nitrogênio e fósforo se torna um problema quando os níveis dos componentes atingem os corpos d'água em concentrações acima do permitido pela legislação ambiental vigente. No Brasil, a Resolução CONAMA n.º 357, fixa em 20 mg de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.L-1 o limite máximo de emissão apenas para o nitrogênio amoniacal, por ser esta a forma mais nociva ao meio ambiente. Em termos de padrões de lançamento de efluentes, não houve nesta complementação da legislação, CONAMA n.º 430, a preocupação em se limitar a descarga de outras formas de nitrogênio, como o nitrato e o nitrito, que também oferecem riscos de contaminação ambiental (MURATA *et al.*, *apud* PHILIPS, 2008). De acordo com a referida

resolução, este é um parâmetro que não apresenta necessidade de ser controlado, conforme cita a Resolução CONAMA n.º 430, em seu Art. 21:

“§ 1º As condições e padrões de lançamento relacionados na Seção II, art. 16, incisos I e II desta Resolução, poderão ser aplicáveis aos sistemas de tratamento de esgotos sanitários, a critério do órgão ambiental competente, em função das características locais, não sendo exigível o padrão de nitrogênio amoniacal total.” Grifo nosso.

Conforme consta na Figura 11, o nitrogênio amoniacal apresentou a concentração acima da permitida em dois meses, em agosto e outubro de 2014. Contudo, este valor quando comparado com a Resolução CONAMA n.º 357 observa-se que para a manutenção das águas do corpo d'água devem apresentar uma concentração máxima de 0,4 mg/L. Comparando esses dois valores é possível afirmar que há a necessidade de alta diluição para garantir a manutenção da qualidade da água e consequentemente a redução deste parâmetro.

Por fim, um parâmetro analisado e de grande importância são coliformes termotolerantes, pois são utilizados como indicadores de poluição fecal recente das águas destinadas à potabilidade e balneabilidade. Na análise realizada este parâmetro apresentou concentrações muito elevadas, estando acima do máximo permitido pela legislação. Porém, é importante salientar que a análise foi realizada em amostras retiradas na saída da ECP, que realiza apenas o tratamento preliminar, desconsiderando os processos de autodepuração que a disposição oceânica promove. Diante disso, a grande vantagem na utilização dos emissários submarinos é que esses organismos não encontram condições ideais para se multiplicar nas águas marinhas e morrem em um curto período de tempo (CETESB, 2004).

As análises feitas na água pela concessionária de saneamento obedece ao estabelecido na Resolução CONAMA n.º 430/11, Art. 24, em que:

“Os responsáveis pelas fontes poluidoras dos recursos hídricos deverão realizar o auto monitoramento para controle e acompanhamento periódico dos efluentes lançados nos corpos receptores, com base em amostragem representativa dos mesmos.

§ 1º O órgão ambiental competente poderá estabelecer critérios e procedimentos para a execução e averiguação do automonitoramento de efluentes e avaliação da qualidade do corpo receptor”.

Destaca-se ainda, que conforme estabelecido no Art. 3. da Resolução CONAMA n.º 430/11:

“Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis. Ficando claro que qualquer lançamento em desacordo sujeitará o autor a Lei de Crimes Ambientais”.

Um ponto interessante na Resolução CONAMA n.º 430/11 é o artigo 20, que estabelece os padrões e condições de lançamento para emissários submarinos:

“Art. 20. O lançamento de efluentes efetuado por meio de emissários submarinos deve atender, após tratamento, aos padrões e condições de lançamento previstas nesta Resolução, aos padrões da classe do corpo receptor, após o limite da zona de mistura, e ao padrão de balneabilidade, de acordo com normas e legislação vigentes.

Parágrafo único. A disposição de efluentes por emissário submarino em desacordo com as condições e padrões de lançamento estabelecidos nesta Resolução poderá ser autorizada pelo órgão ambiental competente, conforme previsto nos incisos III e IV do art. 6º, sendo que o estudo ambiental definido no inciso III deverá conter no mínimo:

- I - As condições e padrões específicos na entrada do emissário;
- II - O estudo de dispersão na zona de mistura, com dois cenários:
  - a) primeiro cenário: atendimento aos valores preconizados na Tabela I desta Resolução;
  - b) segundo cenário: condições e padrões propostos pelo empreendedor; e
- III - Programa de monitoramento ambiental.”

Conforme citado acima, o artigo 6º da Resolução CONAMA n.º 430/11 estabelece que:

“Art. 6º Excepcionalmente e em caráter temporário, o órgão ambiental competente poderá, mediante análise técnica fundamentada, autorizar o lançamento de efluentes em desacordo com as condições e padrões estabelecidos nesta Resolução, desde que observados os seguintes requisitos:  
I - comprovação de relevante interesse público, devidamente motivado;

- II - atendimento ao enquadramento do corpo receptor e às metas intermediárias e finais, progressivas e obrigatórias;
- III - realização de estudo ambiental tecnicamente adequado, às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento;
- IV - estabelecimento de tratamento e exigências para este lançamento;
- V - fixação de prazo máximo para o lançamento, prorrogável a critério do órgão ambiental competente, enquanto durar a situação que justificou a excepcionalidade aos limites estabelecidos nesta norma; e
- VI - estabelecimento de medidas que visem neutralizar os eventuais efeitos do lançamento excepcional.”

Conforme indicado no EIA/RIMA do SDO de Jaguaribe, a existência do emissário submarino provocará impactos ambientais tais como o aumento potencial da eutrofização e aumento dos sedimentos. É muito provável que estes impactos ocorram próximo ao ponto de lançamento.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando-se em conta as observações realizadas através das análises do presente estudo e as informações contidas na literatura, algumas hipóteses podem ser levantadas.

A utilização de emissários submarinos podem causar impactos tanto negativos como positivos ao meio físico, biótico e socioeconômico. Como impactos negativos da implantação de um emissário podem-se destacar um maior impacto sobre o ambiente bentônico, bem como a não utilização deste efluente tratado para reuso e uma menor aceitabilidade pública deste tipo de intervenção. Como impactos positivos, podemos citar uma menor geração de resíduos sólidos e de odor, menor área requerida para o tratamento, bem como um menor custo operacional.

O impacto ambiental mais observado na bibliografia pesquisada, tanto em estudos ambientais de emissários ainda não instalados, como nos estudos de monitoramento de emissários já instalados há alguns anos, mostram que os sedimentos é uma parte muito afetada pelo lançamento de esgoto através de um emissário. A introdução de matéria orgânica extra no oceano extrapola sua capacidade em processá-la, acumulando os sedimentos, em condição anóxica.

Em geral, a qualidade da água também fica comprometida na zona de diluição, logo, é muito importante haver um bom monitoramento ambiental do emissário submarino, para que o seu funcionamento atenda aos padrões de qualidade das águas. O monitoramento deve envolver essencialmente: a análise das praias e córregos (balneabilidade); análise da qualidade da água do mar e dos organismos planctônicos e nécton; análise dos sedimentos de fundo e bentos; e, a inspeção periódica do emissário. O resultado destas análises devem ser tais que permitam ao órgão de controle ambiental exigir da empresa responsável pelo emissário medidas corretivas, como a melhoria no tratamento em terra ou a melhoria no tratamento no mar, por meio do alongamento do emissário ou do difusor. Além disso, o monitoramento também é importante para evitar que efluentes industriais, com suas cargas poluentes características, não sejam introduzidos no sistema, como também é necessário acompanhar o comportamento da pluma nas regiões.

Por isso, devem ser avaliadas todas as hipóteses durante a etapa de projeto, pois se não forem tomados certos cuidados, a área onde o esgoto tratado é lançado pode sofrer algum tipo de desequilíbrio ecológico, como uma diluição incorreta, em que o nível de oxigênio da água

pode baixar de tal maneira a afetar pequenos vegetais e animais que vivem em suspensão na água do mar.

Com base no exposto, o Sistema de Disposição Oceânica é uma forma viável de destinar os efluentes em corpos hídricos, porém, há de se considerar a necessidade de efetuar um tratamento neste efluente, antes do lançamento no oceano.

Neste estudo, verificou-se que o SDO de Jaguaribe apresenta em seu sistema apenas o tratamento preliminar, composto por desarenação e gradeamento antes do seu lançamento ao oceano, ou seja, o efluente gerado segue para o oceano com toda a carga orgânica e nutrientes presentes no esgoto.

Deve-se considerar que para a implantação de um sistema de disposição oceânica, aplicar um tratamento secundário no efluente antes da liberação no meio ambiente é o mais indicado para a minimização dos impactos ambientais. Para esta consideração deve-se avaliar a viabilidade econômica e financeira do projeto, ponderando que um tratamento em nível secundário irá promover a melhoria do corpo receptor, já que um emissário submarino possui vida longa e conseqüentemente milhões de litros de esgoto serão lançados ao mar.

De acordo com a literatura especializada, é necessário pelo menos um nível de tratamento secundário antes do lançamento no oceano, garantindo a redução da demanda biológica de oxigênio (DBO) e a redução de fósforo e nitrogênio, nutrientes que em alta concentração, desencadeiam o fenômeno da eutrofização no meio aquático. A avaliação dos parâmetros que foram descritos ao longo deste trabalho, demonstra que apesar do ambiente marinho não ser considerado contaminado, existem sinais de alterações provocadas por atividades antropogênicas, as quais necessitam de constante monitoramento para garantir a qualidade do corpo receptor, conforme preconiza a legislação vigente.

Portanto, o presente trabalho reafirma, a necessidade de constante monitoramento ambiental no entorno dos emissários submarinos existentes, e no caso da cidade de Salvador, deve-se monitorar os sistemas de disposição do Rio Vermelho e do Jaguaribe, a fim de garantir a qualidade das águas, priorizando a saúde pública e a preservação da biota local.

Outro fator a ser destacado é que não existe uma legislação própria para o lançamento de efluentes em emissários submarinos, que estabeleça qual pré-tratamento deve ser adotado e quais compostos presentes no esgoto precisam ser removidos antes de lançar ao mar. Devido à quantidade de emissários existentes e que ainda estão por vir, e o aumento populacional do planeta, é importante criar uma legislação específica para tratar do assunto.



Conclui-se a adoção de emissário submarino é uma alternativa viável para as cidades litorâneas, porém o monitoramento ambiental deverá ser bem rígido, visando à redução dos impactos.

Por fim, não compete apenas ao legislador constituinte o interesse de promover a proteção ao meio ambiente. Cabe também a toda sociedade a responsabilidade de cuidar do meio ambiente, exigindo que as normas ambientais da teoria existam na realidade dos dias, que as crianças já cresçam aprendendo sobre a educação ambiental e o respeito pelo meio ambiente, garantindo recursos naturais para as futuras gerações.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, Larice Nogueira de. **Autodepuração dos corpos d'água**. 2010. Revista da Biologia, volume 5. Vitória – ES. Disponível em: <[www.ib.usp.br/revista/system/files/004%2520AUTODEPURA%25C3%2587%25C3%2583O%2520DOS%2520CORPOS%2520D%27%25C3%2581GUA%2520Larice%2520Nogueira%2520de%2520Andrade.pdf+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br](http://www.ib.usp.br/revista/system/files/004%2520AUTODEPURA%25C3%2587%25C3%2583O%2520DOS%2520CORPOS%2520D%27%25C3%2581GUA%2520Larice%2520Nogueira%2520de%2520Andrade.pdf+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br)>. Acesso em: 25 set. 2015.

BRASIL. **Constituição da Republica Federativa do Brasil**. Brasília: Senado, 1988.

BRASIL. **Lei nº 6.938** de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 3ed. Brasília: FUNASA, 2004. 374p.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2013**. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2014. 181 p.: il.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. **Emissários Submarinos**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/Praias/21-Emiss?rios-Submarinos>> Acesso em: 15 maio 2015.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA, **Resolução nº 274** de 29 de novembro de 2000, Dispõe sobre os padrões de balneabilidade das águas.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA, **Resolução nº 357** de 17 de março de 2005, Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA, **Resolução nº 430** de 13 de maio de 2011, Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº357, de 17 de março de 2005.

COMPANHIA RIOGRANDENSE DE SANEAMENTO - CORSAN. **Usos da Água**. Disponível em: <<http://www.corsan.com.br/node/11>>. Acesso em: 05 nov. 2015

CUNHA, Davi Gasparine Fernandes; CALIJURI, Maria do Carmo. **Engenharia Ambiental: conceitos, tecnologias e gestão**. Rio de Janeiro – RJ. Elsevier. 2013.

EMPRESA BAIANA DE ÁGUAS E SANEAMENTO - EMBASA. **Esgotamento Sanitário**. Disponível em: <[http://www.embasa.ba.gov.br/institucional/embasa/nossos\\_servicos/tratamento\\_esgoto](http://www.embasa.ba.gov.br/institucional/embasa/nossos_servicos/tratamento_esgoto)>. Acesso em: 01 nov. 2015

FELIX, Mariana Cunha. **Investigação da influência do emissário submarino da Barra da Tijuca no seu entorno através do monitoramento de parâmetros físico-químicos, carbono orgânico total e particulado, nitrogênio orgânico particulado, nutrientes e Hpas**. Disponível em: <[http://www.puc-rio.br/Pibic/relatorio\\_resumo2011/Relatorios/CTC/QUI/QUI-Mariana%20Cunha%20Felix.pdf](http://www.puc-rio.br/Pibic/relatorio_resumo2011/Relatorios/CTC/QUI/QUI-Mariana%20Cunha%20Felix.pdf)> Acesso em: 13 out. 2015.

FREITAS, Sergio de. **Proposta de metodologia de projeto de sistemas de disposição oceânica de esgotos sanitários, em localidades de pequeno porte**. Brasil, 2010.90f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Faculdade de Engenharia. Universidade de Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <[http://www.peamb.eng.uerj.br/trabalhosconclusao/2010/SergiodeFreitas\\_PEAMB2010.pdf](http://www.peamb.eng.uerj.br/trabalhosconclusao/2010/SergiodeFreitas_PEAMB2010.pdf)>. Acesso em: 14 maio 2015.

FIORILLO, Celso A. P. **Curso de Direito Ambiental Brasileiro**. 15º edição. São Paulo – SP, Editora Saraiva. 2014.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª Ed. São Paulo: Atlas, 2007.  
GONÇALVES, F. B. & SOUZA, A. P. **Disposição Oceânica de Esgotos Sanitários – História, Teoria e Prática**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES. (1997)

GONÇALVES, Fernando B.; SOUZA, Amarílio P. **Disposição oceânica de esgotos sanitários história, teoria e prática**. 1997. 1º edição. Rio de Janeiro – RJ.

KPMG. *Workshop* do programa de PPP do RS. **Modelagem de Projetos de Parceria Público-Privada (PPP) Estudo de Casos**. Jul. 2008

MURATA, Kiemi de Brito; SANTOS, Carla E. Diniz; TERÁN, Francisco J. Cuba. **Remoção de Nitrogênio Amoniacal em um Reator Biológico operado com baixas concentrações de oxigênio dissolvido**. Disponível em: <[http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum\\_ambiental/article/viewFile/211/210](http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/viewFile/211/210)>. Acesso em: 01 nov. 2015

ODEBRECHT AMBIENTAL. **Jaguaribe**. Disponível em: <<http://www.odebrechtambiental.com/jaguaribe/>>. Acesso em: 28 set. 2015.

PANOSSO, R.; COSTA, I. A. S.; ATTAYDE, J. S.; CUNHA, R. S. S. e GOMES, F. C. F.(2007). **Cianobactérias e cianotoxinas em reservatórios do Estado do Rio Grande do Norte e o potencial controle das florações pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Disponível em: <[http://www.researchgate.net/profile/Jose\\_Luiz\\_Attayde/publication/28224198\\_CianoCianobac\\_e\\_cianotoxinas\\_em\\_reservatrios\\_do\\_estado\\_do\\_rio\\_grande\\_do\\_norte\\_e\\_o\\_potencial\\_controle\\_das\\_floraes\\_pela\\_tilpia\\_do\\_nilo\\_\(oreochromis\\_niloticus\)/links/555253b40cf201667be63f5a.pdf](http://www.researchgate.net/profile/Jose_Luiz_Attayde/publication/28224198_CianoCianobac_e_cianotoxinas_em_reservatrios_do_estado_do_rio_grande_do_norte_e_o_potencial_controle_das_floraes_pela_tilpia_do_nilo_(oreochromis_niloticus)/links/555253b40cf201667be63f5a.pdf)>. Acesso em: 14 set. 2015.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO - PNUD. **Resumo: Relatório de Desenvolvimento Humano 2006**. Nova York. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Disponível em: <[http://www.pnud.org.br/hdr/arquivos/RDHglobais/hdr2006\\_portuguese\\_summary.pdf](http://www.pnud.org.br/hdr/arquivos/RDHglobais/hdr2006_portuguese_summary.pdf)>. Acesso em: 12 set. 2015

RIBEIRO, Krukemberghe Divino Kirk Da Fonseca. **Eutrofização**; Brasil Escola. Disponível em <<http://www.brasilecola.com/biologia/eutrofizacao.htm>>. Acesso em 06 nov. 2015.

SILVA, Mário Grune de Souza e. **Otimização do Emissário do Rio Vermelho Salvador – BA, via modelagem computacional**. 2011. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10001775.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2015.

VON SPERLING, MARCOS. **Princípio de tratamento biológico de Águas Residuárias: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Minas Gerais: ed. Segrac, Vol 1, 2005. 240p.