

## **SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE ESGOTOS SANITÁRIOS (SDOES) NA PRAIA DA LESTE-OESTE NO MUNICÍPIO DE FORTALEZA/CE**

**Alessandra Bastos SOARES01 (1); Mário Sérgio de Oliveira PAZ02 (2); José Cleiton Sousa dos SANTOS03 (3); Ana Karine Portela VASCONCELOS04 (4)**

(1) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Fortaleza, Av. Treze de Maio, 2081, 60040-531, Fortaleza-CE, e-mail: alessandrafur@hotmail.com

(2) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Fortaleza, Av. Treze de Maio, 2081, 60040-531, Fortaleza-CE, e-mail: mariospaz@gmail

(3) Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, 60455-760, Fortaleza- CE, e-mail: jscleiton@gmail.com

(4) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Fortaleza, Av. Treze de Maio, 2081, 60040-531, Fortaleza-CE, e-mail: karine\_portela@hotmail.com

### **RESUMO**

Este trabalho tem a finalidade de expor a tecnologia de tratamento bastante usada em cidades litorâneas chamando disposição oceânica de esgoto sanitário, enfatizando seu funcionamento, impactos gerados por suas instalações, riscos de acidentes e como é feito o seu monitoramento. Destacaremos a Estação de Pré-condicionamento (EPC) de Esgoto, o qual é operado pela empresa de Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE), o monitoramento é feito pelo Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) ligado a Universidade Federal do Ceará (UFC).

**Palavras-chave:** esgoto sanitário, monitoramento, cidades litorâneas

# 1 INTRODUÇÃO

Os esgotos domésticos contêm entre os seus componentes 99,9% de água, dentre outros, sólidos orgânicos, inorgânicos, suspensos e dissolvidos, possuindo também microrganismos que somam uma porcentagem de 0,1 %, onde existe a necessidade de se tratar a água residuária (VON SPERLING, 1996). Os despejos provenientes do uso das águas caracterizam os tipos de esgotos gerados, variando com o clima, situação social, econômica e hábitos da população. Existem alguns parâmetros que definem a qualidade das águas residuárias. Estes parâmetros divididos nas seguintes categorias: Físicos, Químicos e Biológicos (VON SPERLING, 1996).

Os esgotos precisam ser tratados para remoção de matéria orgânica, sólidos em suspensão, organismos patogênicos e nutrientes, existindo vários métodos para este tratamento, os quais utilizam energia mecânica, elétrica e ainda em meios naturais (GONÇALVES e SOUZA, 1997).

Em uma estação de tratamento de efluentes essas unidades de operações e processos são organizadas em conjuntos de unidades, as quais são comumente classificadas em função do grau de remoção dos sólidos em suspensão e da demanda bioquímica de oxigênio, denominadas como sistema de tratamento preliminar, sistema de tratamento primário, sistema de tratamento secundário e sistema de tratamento terciário (JORDÃO e PESSOA, 1995).

Para que os esgotos sanitários possam ser tratados e esgotados com segurança e rapidez é necessária a construção de um conjunto estrutural, do qual fazem parte canalizações, unidades de tratamento, recalques, transportes e lançamento final. “Esse conjunto de obras para coletar, transportar, tratar e dar o destino final adequado às vazões de esgotos compõe o que se denomina de Sistema de Esgotos” (FERNANDES, 1997).

## 1.1 Esgotos em Cidades Litorâneas

O lançamento de esgotos no mar foi sempre uma alternativa viável para quem mora em cidades litorâneas, por sua topografia em forma de talvegue – do alemão *talweg* - caminho do vale / caminho do mar, por onde correm as águas até finalmente alcançarem o mar (GONÇALVES e SOUZA, 1997) e também pelo poder do oceano em depurar e diluir grandes massas de água. (LIMA. A.L e SOBRINHO, 1987).

O percurso feito pelos efluentes, até a chegada no mar ou em rio é longo começando com a ajuda dos sistemas de esgotamento sanitários, os quais são constituídos de tubulações enterradas nas ruas, recolhendo dos prédios os esgotos sanitários, encaminhando-os por gravidade, até os coletores troncos, estes coletores também podem funcionar por gravidade ou por elevatórias, dependendo da topografia do local, assim os esgotos tendem a tomar a direção dos corpos d água, chegando ao seu destino final, tendo o cuidado de serem colocadas tubulações interceptoras, evitando assim extravasar alguma quantidade de efluente nas ruas das cidades (GONÇALVES e SOUZA, 1997).

No início, os sistemas de disposição oceânica eram implantadas em praias bem distantes das áreas habitadas e frequentemente procuradas pelos banhistas. Com o passar do tempo a população cresceu, causando a explosão demográfica, as pessoas que possuíam uma condição econômica estável, procuraram morar em frente às praias ou passar temporadas e logo o mau cheiro foi detectado e os resíduos sólidos foram sendo percebidos pela população, ocasionando a degradação da praia e causando doenças de veiculação hídrica (LIMA. A.L e SOBRINHO, 1987).

Hoje depois de muitas observações e estudos feitos por engenheiros sanitaristas brasileiros e dos Estados Unidos chegou-se a uma composição de um sistema de disposição oceânica, do qual fazem parte, unidades de condicionamento prévio, de transporte terrestre, de transporte submarino e de difusão submarina. Estas unidades são denominadas respectivamente como estação de condicionamento prévio (ECP), emissário terrestre (EMT), emissário submarino (EMS) e tubulação difusora (TBD) (GONÇALVES e SOUZA, 1997).

Com a junção das características oceanográficas do corpo receptor, com os padrões de qualidade da água a ser mantida, e com o conhecimento total dos efluentes a serem dispostos, têm-se condições de operar de acordo com padrões estabelecidos para este tipo de sistema (GONÇALVES e SOUZA, 1997).

A ocupação litorânea desordenada nas praias está causando poluição, pois o esgotamento sanitário ainda não é suficiente para suprir a necessidade da população, sendo o lançamento de esgoto jogado diretamente na água costeira. Além do comprometimento da biota local, a poluição pode contribuir para o aumento de

doenças de contaminação através do meio hídrico e a proliferação de vetores. (FEITOSA, RC e CASTRO, 2007).

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi constituída de três etapas: a primeira envolvendo análises de relatórios técnicos do LABOMAR (campanhas de monitoramento do SDOES Novembro de 2006 e Fevereiro de 2007) confrontando com resoluções ambientais vigentes (CONAMA); 20/85 e 357/2005, quanto às características físico-químicas da água (temperatura, salinidade, pH, transparência, oxigênio dissolvido, óleos e graxas, micronutrientes e material em suspensão), nível de poluição bacteriológica da água (NMP de coliformes fecais e totais).

A segunda através do desenvolvimento do trabalho em campo, com entrevistas com os banhistas da praia gerando dados estatísticos das respostas e a terceira através de análise do monitoramento da SEMACE no dia da pesquisa relacionado com o CONAMA 274/2000.

A área em estudo é o SDOES de Fortaleza, na Av. Presidente Castelo Branco (Leste-Oeste), nas proximidades do Instituto Médico Legal, junto à Praia Formosa (Arpoador) em frente ao Morro Santo Inácio, o sistema engloba a estação de pré-condicionamento de esgoto (EPC), o emissário terrestre (EMT), estação de tratamento de odores (ETO), e emissário submarino (EMS). Iremos verificar através das legislações pertinentes, entrevistas com os banhistas e relatório da Semace, o grau de impacto ambiental gerado por este Sistema na praia da Leste –Oeste, conhecida como praia do Arpuador, Cartodrómo, verificando as possíveis providências para a minimização dos impactos negativos.

A primeira etapa visou a análise dos relatórios do mês de Novembro/06 e Fevereiro /07, fornecidos pelo Labomar, comparando estes dados com as resoluções CONAMA vigentes a 357/05, 274/2000, verificando a classificação das águas salinas, parâmetros físico-químico, material em suspensão e análises microbiológicas.

A segunda etapa iniciou-se com uma entrevista feita no dia 19/01/08 no período das 13h00min às 14h15min na Av. Leste – Oeste, Praia do Arpoador, aplicando se 41 questionário com perguntas de cunho ambiental, onde foram entrevistadas cinquenta pessoas frequentadoras da praia, respondendo o questionário em anexo 1, com o objetivo de alertar sobre a poluição da praia e saber o grau e conhecimento da população a respeito da EPC.

Na terceira e última etapa foi feita uma comparação entre a pesquisa da população com o relatório fornecido pela SEMACE, a qual faz um monitoramento das praias de Fortaleza, quanto a balneabilidade, se esta própria ou imprópria para banho, usando-se relatório da SEMACE em anexo.

### 2.1 SDOES de Fortaleza

A EPC de Fortaleza, Figura 1, (30 43' Sul; 380 32' Oeste) está localizada na Av. Presidente Castelo Branco (Leste-Oeste), nas proximidades do Instituto Médico Legal, junto à Praia Formosa (Arpoador) em frente ao Morro Santo Inácio. Sendo operacionalizado e administrado pela CAGECE. A foto aérea a seguir mostra a localização da SDOES de Fortaleza:



**Figura 1 - Localização da Área da EPC**  
**Fonte: Google Earth, 2008**

Este sistema foi projetado para operar com uma vazão máxima final de 4,8 m<sup>3</sup>/s e capacidade de vazão crítica de até 5,5m<sup>3</sup>/s, sendo hoje usada apenas 2,86 m<sup>3</sup>/s.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Parâmetros Físico-Químicos

O Quadro 1 a seguir faz algumas comparações com parâmetros físico-químicos encontrados no relatório LABOMAR das campanhas de Novembro de 2006 e Fevereiro de 2007, com as legislações ambientais do CONAMA resolução 20/86 e 357/2005 Fazendo uma análise na campanha de 2006 observamos que o LABOMAR utilizou-se da Resolução 20/86 do CONAMA, quando ela já havia sido revogada em Março de 2005 pela atual 357/2005, Já na campanha de 2007, utiliza-se a resolução atual. Estas resoluções apresentam algumas alterações, porém dispõem sobre o mesmo assunto.

**Quadro 1- Comparação entre as médias dos Parâmetros físico-químicos com Relatórios do Labomar.**

Parâmetros	Resultado 1	Resultado 2	CONAMA 20/86	CONAMA 357/2005
Oxigênio	7,19 mg/L	6,50mg/L	não inferior a 6mg/L	não inferior a 6mg/L
Salinidade	37,03 0/00	37, 250/00	>ou igual a 300/00	>ou igual a 300/00
Temperatura	27, 44 °C.	28, 47°C.	Inferior a 40°C	Inferior a 40°C
pH	7,75	7,5	6,5 a 8,5	6,5 a 8,5
Óleos	332,3mg/L	84,4mg/L	Ausente	Ausente
Nitrato	2, 065 mgN/L	1,41mgN/L	10mgN/L	0.40mgN/L
Nitrito	0, 071mgN/L	0, 354mgN/L	1mgN/L	0,07mgN/L
Fósforo	0, 231mgP/L	0, 574mgP/L	0.3 mg/l Fe	0.062 mgP/L
Amônia	0,192 mgNH3/L	0, 397mgNH3/L	0,4 mg/L	0,40 mg/L

OBS: Valores em vermelho, estão em desacordo com a legislação ambiental.

Analisando os valores encontrados na tabela acima de Oxigênio Dissolvido Salinidade, Temperatura, pH e Amônia constatamos que os valores estão em acordo com as resoluções ambientais vigentes, enquanto alguns valores de Óleos e Graxas, Nitrato, Nitrito, Fósforo Total estão acima dos valores permitido nas duas campanhas citadas.

Óleos e Graxas na campanha de 2006 a maior concentração ocorreu na estação 2 (718,0 mg/L), esta estação esta localizada no borbotão do emissário; enquanto que na estação 10, mais afastada do ponto de descarga de efluentes, obteve-se o menor valor para óleos e graxas (36,0 mg/L), enquanto que na campanha de 2007, a maior concentração ocorreu na estação 12 (223,0 mg/L), estação localizada nas proximidades da costa; enquanto que na estação 4, obteve-se o menor valor para óleos e graxas (5,0 mg/L). A presença dos elevados teores de óleos e graxas na água da área de influência do SDOES pode estar relacionada à própria descarga do emissário ou a liberação destes elementos por parte de embarcações que navegam nessa região. Estes valores altos fazem com que aja um acúmulo de óleos e graxas nas praias, trazendo problemas estéticos e ecológicos.

A presença de nitrito e nitrato na água, geralmente é pequena não causando riscos imediatos à saúde, mais efeitos estéticos desagradáveis, como o caso dos detergentes sintéticos não biodegradáveis, ocasionando a produção de espuma nos corpos de água, dificultando no tratamento, e eventualmente impactos á vida aquática. Maiores prejuízos à saúde são causados pelo nitrito e nitrosaminas, o primeiro é produzido pela redução do nitrato, causando inibição do transporte de oxigênio pelo sangue, condição conhecida como metanemia e o segundo é cancerígeno. Na campanha de NOV/06 os valores estão de acordo com a resolução

CONAMA 20/86, enquanto os valores da campanha de FEV/07 estão acima do permitido com a resolução CONAMA 357/2005.

A presença de fósforo na água, têm sido caracterizado como o nutriente que limita a capacidade de crescimento biológico, em estuários e lagos, produzido alta quantidade de algas chamadas eutrofização. Como no oceano a capacidade de diluição é maior, o problema que pode se causar uma grande quantidade de fósforo no mar, será o mesmo dos óleos e graxas e nitritos e nitratos, deixando impactos na vida aquática, prejudicando os aspectos estéticos do mar e na área de grande despejo, podendo contaminar banhistas que trafegam com jet ski e mesmo nadando. Na campanha de NOV/06 os valores estão de acordo com a resolução CONAMA 20/86, enquanto os valores da campanha de FEV/07 estão acima do permitido com a resolução CONAMA 357/2005.

Os Quadros 2 e 3 apresentam relação entre os produtos químicos e seus valores mínimos, máximos e médias com suas respectivas estações nas campanhas 2006 e 2007.

**Quadro 2 - Valores encontrados no relatório do Labomar na campanha/06 de nitrato, nitrito, amônia e fósforo.**

PRODUTO QUÍMICO	Estação	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Média
Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )				2,065 mgN/L
	2 (superfície)	0,958 mgN/L		
	3 (meio)		3,082 mgN/L	
Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )				0,072 mgN/L
	2 (meio)	0	0	
	5 (fundo) e 7 (meio)		0,087 mgN/L	
Amônia (NH <sub>3</sub> )				0,192 mg/L
	5		0,364 mg/L	
	11 (superfície)	0,082 mg/L		
Fósforo (P)				0,231 mg/L
	8 (fundo)		0,399 mg/L	
	10 (fundo)	0,091 mg/L		

**Quadro 3 - Valores encontrados no relatório do Labomar na campanha/07 de nitrato, nitrito, amônia e fósforo.**

PRODUTO QUÍMICO	Estação	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Média
Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )				1,414 mgN/L
	5 (superfície)		3,270 mgN/L	
	10 (superfície)	(0,334 mgN/L)		
Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )				
	12 (superfície)	0,260 mgN/L		
	12 (fundo)		0,501 mgN/L	
Amônia (NH <sub>3</sub> )				0,397 mg/L
	4		2,395 mg/L	
	4 (superfície)	0,153 mg/L		
Fósforo (P)				
	1 (superfície)		1,361 mg/L	
	4 (fundo)	0		

### 3.2 Materiais em Suspensão

Segundo o Relatório da Campanha de Novembro de 2006, Os sólidos em suspensão na água compõem-se de material orgânico e, em menor quantidade, de silte e argila, uma grande quantidade de matéria sólida na água pode gerar um aumento de turbidez, impedimento à penetração da luz no corpo de água, formação de espuma superficial, geração de maus odores, assoreamento do local, prejuízos as operações portuárias e navegação. Segundo a resolução CONAMA 20/86 e 357/2005

os valores de materiais em suspensão são virtualmente ausentes, sendo que nas duas campanhas foram encontrados valores que não obedecem à resolução. Os Quadros 4 e 5 apresentam valores encontrados nas duas campanhas com suas respectivas estações e seus valores mínimos, máximos e médios.

**Quadro 4 - Valores encontrados no relatório do Labomar na campanha/06 de Sólidos em Suspensão.**

Sólidos em Suspensão			
Estação	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Média
			33,8 mg/L
6	29,2 mg/L		
12		40,6 mg/L	

**Quadro 5 - Valores encontrados no relatório do Labomar na campanha/07 de Sólidos em Suspensão.**

Sólidos em Suspensão			
Estação	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Média
			24,1 mg/L
7	20,8 mg/L		
12		27,9 mg/L	

### 3.3 Análises Microbiológicas

Segundo as resoluções CONAMAS 20/86 e 357/2005 a quantidade de coliformes termotolerantes: não deve ser excedido um limite de 4.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes. Esta quantidade exagera de coliformes termotolerantes pode causar doenças ligadas a veiculação hídrica como a Poliomelite, Hepatite, Cólera, Febre tifóide dentre outras. As duas campanhas estão com valores acima do permitido segundo as resoluções CONAMA 20/86 e resolução CONAMA 357/2005. Nos Quadros 6 e 7 segue valores das análises microbiológicas com estações e valores máximos.

**Quadro 5 - Valores encontrados no relatório do Labomar na campanha/06 de Análises Microbiológicas.**

Análises Microbiológicas	
Estação 2 - Borbotão	Valor Máximo
coliformes totais (CT)	240/100mL
coliformes termotolerantes	170 /100 mL
<i>Escherichia coli</i>	130/100 mL

**Quadro 6 - Valores encontrados no relatório do Labomar na campanha/07 de Análises Microbiológicas.**

Análises Microbiológicas	
Estação 2 - Borbotão	Valor Máximo
coliformes totais (CT)	(acima de 1000/100 mL)
coliformes termotolerantes	(acima de 1000/100 mL)
<i>Escherichia coli</i>	(acima de 1000/100 mL)

### 3.4 Visão da População

A população conhece o sistema, porém não de forma técnica e sim de uma maneira não técnica “algo que mexe com os esgotos”. No resultado da pesquisa a população de acordo com as perguntas respondidas, afirma que a praia esta de boa qualidade sem muitos impactos gerados por lixos, esgotos clandestinos e podendo ser também pela disposição oceânica. A seguir serão mostradas algumas fotos do dia da pesquisa, os banhistas não verificam se a praia está própria para banho e andam na areia pisado em resíduos sólidos, o qual a maré traz, ou são jogados na praia pela própria população, Figura 2.

Praia do Arpoador na Av. Leste-Oeste, no dia da aplicação do questionário – Resíduos sólidos na areia da praia trazidos pela maré, Figura 3, a população sem o menor cuidado, pisa no lixo sem saber se estar contaminando ou não.

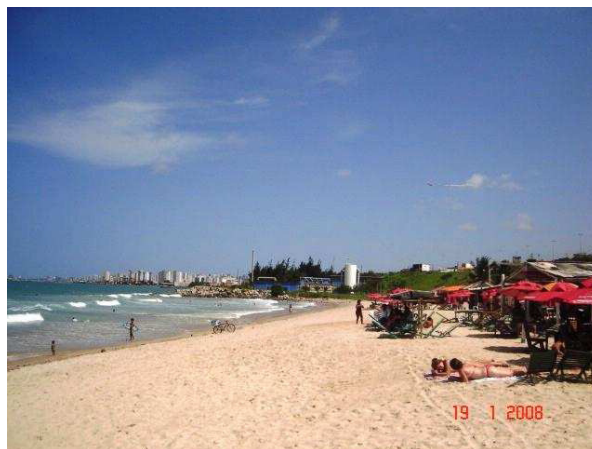


Figura 2 - Visão geral da praia da Leste-Oeste ao fundo EPC



Figura 2 - Praia da Leste-Oeste Resíduos Sólidos na areia.

#### 4 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Por meio dos resultados encontrados nos relatórios do LABOMAR, os parâmetros físico-químicos, como óleos e graxas encontram-se com valores elevados na campanha de NOV/2006, porém na campanha de FEV/2007 os valores estão baixos. Os nitratos, nitritos, amônia, fósforo total, estão elevados na campanha de Fevereiro de 2007, enquanto na campanha de 2006 está dentro do padrão que a legislação do CONAMA 20/86, porém se analisado esta legislação, ela passou a ser revogada a partir do dia 17 de março de 2006, onde a CONAMA 357/05 já estava com um ano de funcionamento.

Os parâmetros microbiológicos apenas no ponto 2, o qual está situado no borbotão ou seja no ponto de despejo do emissário, estão em desacordo com a legislação ambiental nas duas campanhas. Os sólidos em suspensão na água compõem-se de material orgânico e, em menor quantidade, de silte e argila, na campanha de 2006, encontrou-se valores cujos totais de sólidos em suspensão tinham uma média geral nas doze estações de coleta, envolvendo os três níveis de profundidade de 33,8 mg/L, sendo que o menor valor médio foi detectado na estação 6 (29,2 mg/L); enquanto que o maior valor médio foi de 40,6 mg/L registrado na estação 12, já na campanha de fevereiro de 2007. A média geral de sólidos em suspensão na água, nas doze estações de coleta, envolvendo os três níveis de profundidade foi de 24,1 mg/L, sendo que o valor médio menor foi detectado na estação 7 (20,8 mg/L); enquanto que o maior valor médio foi de 27,9 mg/L registrado na estação 12.

Dentre todas estas análises não podemos afirmar que a disposição oceânica venha prejudicado esta praia, precisaria analisar várias outras campanhas do Labomar, com mais pontos de coleta, também verificar impactos negativos que irão contribuir para a praia ser imprópria para banho como: efeito das drenagens com águas de chuvas, as quais geralmente trazem resíduos sólidos, esgotos clandestinos, resíduos

gerados pelos frequentadores da praia A visão da população em relação a balneabilidade de praia está em desacordo com o relatório da SEMACE, no mesmo dia da pesquisa, o resultado do relatório foi a 68 praia imprópria para banho como mostra o anexo 2 deste trabalho, não tendo dados suficientes para saber se as causas desta poluição foi gerada pelo SDOES de Fortaleza.

Através da pesquisa feita na praia da Leste-Oeste, com questionários, verificou se que população não tem conhecimento sobre SDOES de Fortaleza, a CAGECE junto com a SEMACE e LABOMAR devem investir em um meio de divulgação para esclarecimento dos riscos ambientais, conscientizando os frequentadores da praia a não despejarem resíduos sólidos na areia e muito menos mar. A CAGECE deve possuir uma fiscalização de esgotos clandestinos, os quais são jogados diretamente no mar, multando e punindo as pessoas que desobedecerem as normas da companhia, todos estes motivos junto com a disposição oceânica mal fiscalizada podem gerar impactos negativos no mar.

Deve-se também em uma próxima pesquisa, aumentar a quantidade de pessoas entrevistadas, perguntando-se grau de instrução de cada frequentador da praia e aplicar questionário em vários períodos do ano, para dados aprofundados e concretos do local.

A disposição oceânica é uma boa alternativa para tratamentos de esgotos em cidades litorâneas, entretanto os profissionais envolvidos devem dimensionarem corretamente as tubulações e emissários desde do projeto de SDOES até a sua execução. Sempre deve ser feito um trabalho de manutenção, para ser evitando a fadiga dos materiais e uma possível erosão dos mesmos. No aspecto ambiental, o monitoramento deve ser mais rigoroso, as 2 campanhas analisadas neste trabalho dentre os parâmetros não foram suficientes para fazer um perfil de todos os impactos gerados pela SDOES de Fortaleza, sendo necessário um estudo mais aprofundado de várias campanhas do Labomar. As análises feitas foram preliminares para conclusões definitivas A companhia operadora do SDOES deve fazer um melhor planejamento e fiscalização constante nas metodologias adotadas para verificação de parâmetros físico-químicos e biológicos, aumentarem os números de coletas na área do despejo dos efluentes; aplicação de parâmetros de toxicologia nos peixes e crustáceos apanhados no arrastão feito pelo LABOMAR.

A empresa operadora do SDOES de Fortaleza deve fornecer aos banhistas, informações necessárias para que os mesmos tenham consciência de que a praia pode esta sendo impactada por esgotos domésticos, devendo-se tomar cuidado em pescar, tomar banho ou praticar esportes nas zonas de influência do SDOES Fortaleza, pois dependendo do alto risco de contaminação, podem pegar doenças de veiculação hídrica.

## REFERÊNCIAS

FEITOSA, RC e CASTRO, MH. **Métodos Numéricos em Recursos Hídricos 8**. Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Porto Alegre. 2007.

FERNANDES, F. **Lodo em estação de tratamento de água e esgoto**. Engenharia Sanitária e Ambiental, V2 N1, 1997.

GONÇALVES, F.B. e SOUZA. M. **Disposição oceânica de esgotos sanitários história, teoria e prática**. Multiservice Engenharia. Associação Brasileira Sanitária e Ambiental-ABES. Rio de Janeiro :1997

JORDÃO, E.P. E PESSOA, C.A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 4a Ed. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária (ABES). Rio de Janeiro, 2005.

LIMA. A.L e SOBRINHO. A.L. **Projeto e construção de redes de esgoto**. Abes. Companhia de água e esgoto da Paraíba-CAGEPA. João Pessoa. 1987.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**, vol.1. Belo Horizonte. DESA-UFMG. 1996.